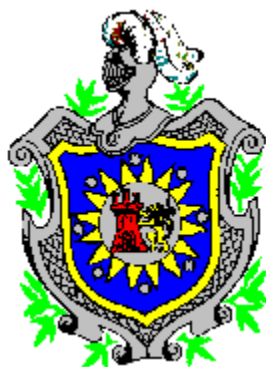


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NICARAGUA
(UNAN – MANAGUA)
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA



Sismicidad como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad de terrenos en el Municipio de Somoto

MONOGRAFÍA DE GRADUACIÓN
INGENIERÍA GEOLÓGICA

Presentada por:

Br. Laresska Valerie O'connor Chávez

Tutor:

MSc. Gerardo Silva Velásquez

Septiembre de 2005
Managua, Nicaragua

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por concederme el privilegio de alcanzar mi sueño: *“Gracias de todo corazón mi Dios, por todas las pruebas que dispusiste en mi camino y que me hicieron crecer como persona permitiéndome dar lo mejor de mí, pero sobre todo estar más cerca de ti”*

En especial a mis padres (*María Esther y Luis Alberto*) y mis hermanos (*Amy, Aillen y Luis*), por haberme apoyado incondicionalmente, y permanecer a mi lado todo este tiempo, me han motivado en mis inquietudes intelectuales, son quienes han hecho posible cumplir este sueño y el pilar de mi vida. Es demasiado lo que les tengo que agradecer que no me alcanzarían ni todo el universo para expresarles mi gratitud.








A mi madrecita Haydeé y a mis tío/ as Beatriz, Karla y Xavier por permanecer conmigo y darme ánimo de salir adelante.

“Yo soy la vid, vosotros los pámpanos; el que permanece en mí, y yo en él, éste lleva mucho fruto; porque separados de mí nada podéis hacer. Si permanecéis en mí, y mis palabras permanecen en vosotros, pedid todo lo que queréis, y os será hecho” (San Juan 15. 5,7)

AGRADECIMIENTOS

Con este acápite, pretendo hacer llegar a dichas personas e instituciones mi agradecimiento por su imponderable colaboración y por la ayuda prestada a lo largo del desarrollo de la etapa de investigación, así como, facilitaron información lo cual contribuyó a un mejor soporte de mi tesis.

Por todo ello, agradezco a:

-  Tutor de tesis Msc. Gerardo Silva Velásquez, por sus horas de arduo trabajo y dedicación a la tesis desde su etapa inicial hasta su etapa final, con tal propósito de que fuese posible y de que un tema un poco complejo se llegase a realizar. También por haber asumido la responsabilidad y coordinación del trabajo monográfico así como llevar a cabo la revisión, dirección y horas de estudio sobretodo en el trabajo de campo soportado en circunstancias desfavorables. Por sus conocimientos y consejos proporcionados en todo el ámbito geológico.
-  Msc. Hugo Moreno Meza por sus constantes sugerencias y críticas para el mejoramiento del trabajo monográfico y por su apoyo incondicional en todo tiempo.
-  A mis amigas Carolina Montano, Anyela Fernández quienes me brindaron su apoyo en la etapa de campo. A Martín Pilato, Denis Avellán, José D Calderón y Martha Sánchez por la insistencia a continuar adelante con mi tesis.
-  Personas que directa o indirectamente que facilitaron información y comentarios para el desarrollo del trabajo: Msc. Eduardo Mayorga Caldera, Msc. Guillermo Chávez Ardanza, Ing. Gustavo Altamirano Torres, Ing. Miriam Down, Ing. Gonzalo Bonilla, Dr. Guillermo Martínez,
-  Personas que brindaron apoyo técnico y material para que el estudio avanzara correctamente: Ing. Luis Zúñiga (Director Ordenamiento Territorial - INETER), Ing. Claudio Gutiérrez Huete (Director Ejecutivo – INETER), Msc. Fabio Segura Mojica, Msc. Zoila Hernández, Dr. Wilfried Strauch (Director de Geofísica – INETER), Alex Castellón.
-  Alcaldía de Somoto por su información aportada así como por su interés en el desarrollo de la investigación.
-  Familia Flores, Estrada y Padilla por su hospitalidad y recibimiento en Somoto, facilitando todas las condiciones para el desarrollo de la etapa de campo. Así mismo, al Sr. Marcio Rivas Núñez (Presidente Asociación de Desarrollo Comunitario – ASODECOM), Sra. Vilma (Cooperación Internacional Española – CIDES), Dra. Noelia Ulloa (Jueza del Distrito Civil de Somoto), por el apoyo brindado.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 <u>Localización</u>	1
1.2 <u>Accesibilidad</u>	1
1.3 <u>Objetivos Generales Y Específicos del Estudio</u>	3
II. METODOLOGÍA DE TRABAJO REALIZADO	4
2.1 <u>Gabinete</u>	4
2.2 <u>Campo</u>	4
2.3 <u>Dificultades</u>	5
III. MARCO TEÓRICO	8
4.2 <u>Caracterización del Municipio</u>	8
3.1.1 <i>Breve Reseña Histórica</i>	8
3.1.2 <i>Aspectos Socioeconómicos</i>	8
3.1.3 <i>Clima</i>	11
3.1.4 <i>Precipitaciones</i>	12
3.1.5 <i>Red Sísmica Nicaragüense</i>	12
IV. GEOMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	14
4.1 <u>Geomorfología</u>	14
4.2 <u>Hidrogeología</u>	15
V. GEOLOGÍA REGIONAL	19
5.1 <u>Evolución Geológica de Nicaragua</u>	19

5.2	<u>Terrenos o Provincias Geológicas</u>	20
VI. GEOLOGÍA LOCAL		28
6.1	<u>Generalidades</u>	28
6.2	<u>Estratigrafía</u>	31
6.2.1	<i>Complejo de Rocas metamórficas del Paleozoico – Mesozoico (PTm)</i>	31
6.2.2	<i>Ignimbritas</i>	33
6.2.3	<i>Rocas Terciarias Volcánicas</i>	33
6.2.4	<i>Rocas Terciarias Conglomerados Rojos</i>	37
6.2.5	<i>Depósitos Cuaternarios</i>	38
6.3	<u>Fallas y fracturas</u>	40
6.4	<u>Breve descripción de la Evolución Geológica</u>	45
VII. INVENTARIO DE AMENAZAS		46
7.1	<u>Inundaciones</u>	46
7.2	<u>Inestabilidad de terrenos</u>	47
7.2.1	<i>Litologías que configuran las laderas de los cerros del Municipio de Somoto</i>	47
7.2.2	<i>Tipología de los movimientos de masa observados en la zona de trabajo, nomenclatura y definiciones</i>	48
7.2.3	<i>Metodología para la identificación de terrenos inestables</i>	48
7.2.4	<i>Identificación de los mecanismos que actúan en el municipio</i>	52
7.2.5	<i>Inestabilidad de laderas en el Municipio de Somoto</i>	53
7.3	<u>Peligro Sísmico</u>	63
7.4	<u>Vulcanismo</u>	66
VIII. ANÁLISIS DE PELIGRO POR INESTABILIDAD DE TERRENOS		67
8.1	<u>Factores condicionantes</u>	67
8.2	<u>Factores desencadenantes</u>	70
8.3	<u>Mapa de susceptibilidad</u>	74

IX. CONCLUSIONES	78
X. RECOMENDACIONES	80
XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	81
ANEXOS	83
Anexo A: Datos de Campo	
Anexo B: Fichas de sitios de inestabilidad	
Anexo C: Descripción Petrográfica	
Anexo D: Mapas	
Figura 1.1	Mapa de Ubicación
Figura 2.1	Mapa de Datos de Campo
Figura 6.1	Mapa Geológico (Tomado de Williams, R.L., Garayar, J & Ferrey, C. 1971)
Figura 6.2	Mapa Geológico Actualizado
Figura 6.3	Mapa Estructural – Relieve
Figura 7.1	Mapa de Inestabilidad
Figura 8.1	Mapa de Pendiente
Figura 8.2	Mapa de Susceptibilidad

RESUMEN

El presente trabajo se realiza como parte conclusiva del Programa Estudio de la Carrera de Ingeniería en Geología, de la Facultad de Ciencias e Ingenierías – Escuela de Física de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) para optar al Grado de Ingeniera Geóloga.

La tesis monográfica tiene como tema “**Sismicidad como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad de terrenos en el área de Somoto**”. La justificación del mismo está en que a pesar que este municipio ha sido afectado por procesos de inestabilidad, e históricamente, por sismos locales, todavía no se realiza ningún estudio destinado a la determinación de las relaciones entre ambos fenómenos. En este sentido es útil mencionar que no se tienen datos precisos de estos sismos.

Para el desarrollo de este trabajo se estableció como hipótesis que la actividad sismo – tectónica constituye la causa desencadenante más importante de fenómenos de inestabilidad en el área del Municipio de Somoto; consecuentemente el objetivo es establecer la relación causa – efecto existente entre la actividad sismo – tectónica y los fenómenos de inestabilidad en el área del Municipio de Somoto, además de determinar las zonas susceptibles a inestabilidades de terrenos.

Metodológicamente se obtuvo y procesó los datos sísmicos existentes, se digitalizó el mapa geológico pre – existente, se hizo la interpretación geológica de las fotografías aéreas (años 1981 y 1996). Con esta información inicial se determinó la realización de una campaña de campo de 16 semanas, que permitiera la cartografiada geológica de todo el municipio de Somoto (460 km²).

Los datos de campo (346 puntos de observación) fueron procesados (para los sitios donde se encontraron fenómenos de inestabilidad se elaboraron fichas) y el resultado final de éste dio como producto el informe aquí presentado.

Desde el punto de vista geológico el resultado más relevante es la actualización del mapa geológico del Municipio de Somoto (anteriormente más del 60 % de éste se fundamentaba en la foto interpretación geológica).

La descripción de la geología del área se realizó tomando como criterio básico las definiciones presentadas por Williams et al (1971) relativas a las formaciones geológicas presentes en el área de estudio. Es decir, aquí no se presentan nuevas unidades litoestratigráficas sino que se precisaron los límites de los contactos entre ellas a partir de los datos de campo.

El cartografiado de los fenómenos de inestabilidad indicó que en el área de estudio se encuentran más de 80 sitios que presentan esta amenaza. El sector más afectado se encuentra en la parte central – norte y los tipos

más comunes de inestabilidad se relacionan con flujos de detritos y derrumbes, de estos lugares se elaboraron 73 fichas descriptivas de los fenómenos.

Otra zona importante donde se presentan fenómenos de inestabilidad se localiza a lo largo de la carretera Panamericana, fundamentalmente en las cercanías de la comunidad El Espino.

El único sector donde habían evidencias históricas de inestabilidades de terreno y de inundaciones recientes (por depósitos aluviales fuera de los actuales cursos de agua) se encontró en las márgenes del río Coco (entre Los Corralillos y San Luis).

Los datos de sismicidad indicaron que la aceleración máxima esperada del terreno está en el rango es 0.22 – 0.24 g. (para un período de retorno de 100 años).

Se utilizó el método de Newmark para el análisis de la aceleración sísmica crítica y el factor de seguridad mediante el cual se rompe el equilibrio de las capas litológicas conocidas en el área de estudio.

Para la aplicación del método se diferenciaron siete distintos tipos de litologías (de acuerdo a las características litológicas existentes en el área investigada), se analizó el comportamiento de estos materiales para diferentes ángulos de pendiente; así como para los períodos de seca y lluvia.

El principal resultado de este análisis indicó que los materiales sólo serán movilizados si se presentan estas condiciones:

Roca	Fs	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac (g)	Roca	Fs	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac (g)	
Suelos	1.228	45	1.5	0.16	Tobas	1.496	30	2.5	0.25	
	1.122	30	2.5	0.06		0.991	45	2.5	-0.01	
	0.737	45	2.5	-0.19		1.256	10	5.0	0.04	
	0.026	10	5.0	-0.17		0.872	20	5.0	-0.03	
	0.197	20	5.0	-0.21		0.444	30	5.0	-0.28	
	0.050	30	5.0	-0.48		0.320	45	5.0	-0.48	
	0.073	45	5.0	-0.66		1.111	45	2.5	0.08	
Basalto	1.064	45	2.5	0.05	Dacitas	1.057	20	5.0	0.01	
	1.142	20	5.0	0.04		0.547	30	5.0	-0.23	
	0.614	30	5.0	-0.19		0.387	45	5.0	-0.43	
	0.418	45	5.0	-0.41		1.094	45	2.5	0.07	
Esquistos	1.082	45	2.5	0.06	Andesitas	1.087	20	5.0	0.02	
	0.010	10	5.0	-0.17		0.571	30	5.0	-0.21	
	0.368	20	5.0	-0.16		0.398	45	5.0	-0.43	
	0.086	30	5.0	-0.46		Tabla de Aceleración Crítica para época de lluvia				
	0.137	45	5.0	-0.61						

Roca	Fs ¹	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac ² (g)	Roca	Fs	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac (g)
Suelos	1.480	45	1.5	0.34	Tobas	1.316	45	2.5	0.22
	1.158	45	2.5	0.11		0.971	45	5.0	-0.02
	0.916	45	5.0	-0.06	Dacitas	1.448	45	2.5	0.32
Basalto	1.365	45	2.5	0.26		0.061	45	5.0	-0.06
	1.020	45	5.0	0.01	Andesitas	1.418	45	2.5	0.30
Esquistos	1.076	45	5.0	0.05		1.046	45	5.0	0.03
						Tabla de Aceleración Crítica para época de seca			

Se considera que los valores de aceleración pueden ser alcanzados si se activan fallas locales que origine sismos próximos o mayores a 4 en la escala de Richter, según datos de INETER ya se han registrados sismos de 3.8 Richter.

Durante el análisis de susceptibilidad se determinó que la principal causa de los fenómenos de inestabilidad en el área de Somoto se relaciona con la pendiente (inclinación del terreno), la profundidad del regolito (material disponible para ser movilizado) y la presencia de agua (nivel freático y precipitaciones).

¹ Fs: Factor de Seguridad

² Ac: Aceleración Crítica

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Localización

El Municipio de Somoto se encuentra a 216 Km al norte de Managua, la capital nicaragüense, a través de la carretera Panamericana que se dirige hacia la Frontera El Espino – Honduras. El área total del municipio es de aproximadamente 460 Km².

La ciudad de Somoto, cabecera municipal, se ubica aproximadamente entre las coordenadas 545255 E y 1490122 N, a una altura promedio de 680 msnm.

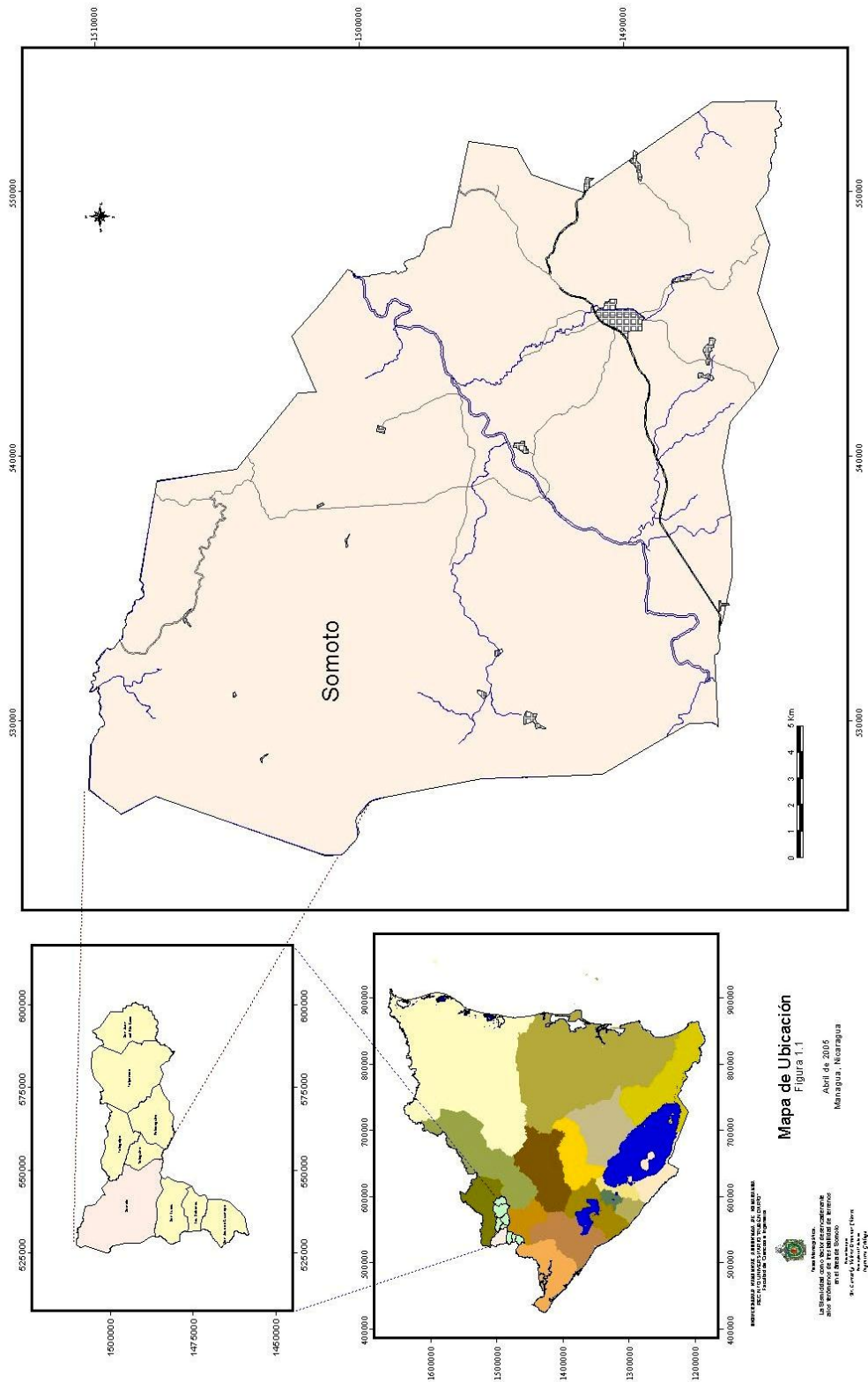
Los límites del municipio son: al Norte con el Municipio de Macuelizo, al Este con El Espino frontera con Honduras; al Sur con el Municipio de San Lucas; y al Oeste con el Municipio de Yalagüina, todos pertenecientes al Departamento de Madriz. (Figura 1.1).

1.2 Accesibilidad

El acceso hasta el municipio se realiza por la carretera asfaltada Managua – Carretera Panamericana. Dentro del área de estudio, además de un trecho de la carretera panamericana, cuenta con caminos sin material de revestimiento.

El resto de vías de acceso del municipio son caminos de penetración sin revestimiento hacia las distintas comunidades y que en épocas de lluvias se vuelven intransitables para los vehículos livianos y se puede transitar a pie o en bestia.

Una vía de acceso importante es la de Somoto a Icalupe reconstruida de macadán con una longitud de 32 Km, ésta comunica las comunidades fronterizas con Honduras y la ciudad de Somoto.



1.3 Objetivos generales y específicos del estudio

Objetivo general

Establecer la relación causa – efecto existente entre la actividad sismo – tectónica y los fenómenos de inestabilidad en el área del Municipio de Somoto, además de determinar las zonas susceptibles a inestabilidades de terrenos.

Objetivos específicos

- a) Elaborar un Mapa Geológico actualizado del Municipio de Somoto.
- b) Identificar las áreas y sitios que han sido afectados históricamente o que se encuentran propensos a ser afectados por la ocurrencia de fenómenos geológicos en el Municipio.
- c) Determinar las Amenazas de cada una de las comunidades del Municipio y Población.
- d) Realizar la identificación y evaluación de los peligros naturales presentes en el Municipio, con la identificación de sitios críticos.
- e) Trasladar la información obtenida de peligro a un mapa indicativo de susceptibilidad con propuestas de zonificación territorial.
- f) Identificar sitios donde se requiera la construcción de obras específicas para la prevención y mitigación de desastres.

II. METODOLOGÍA DE TRABAJO REALIZADO

El presente trabajo se desarrolló utilizando una mezcla de metodologías modernas de gabinete y de campo.

2.1 Gabinete

Durante la etapa de gabinete u oficina, pueden distinguirse dos etapas; **la primera** se realizó de manera previa a las labores de campo. En ésta se identificaron las fuentes bibliográficas (informes y material gráfico tal como mapas, fotos aéreas, esquemas y registros de pozos de agua subterránea). El objetivo de esta primera etapa es procesar la información previa y preparar el material que será utilizado en el levantamiento de campo.

En esta **primera etapa** se realizó la interpretación de los mapas topográficos, geológicos y fotos aéreas. A partir de la información obtenida se identificaron los lugares que por las características geológicas y morfológicas podrían presentar problemas o peligros de inestabilidad.

Adicionalmente, se requirió y logró por parte de INETER los registros sísmicos correspondientes al área de estudio, los cuales se utilizaron para determinar los sitios potencialmente de más peligro desde el punto de vista sísmico.

La interpretación de las fotos aéreas permitió determinar cuáles áreas están siendo más afectadas por los procesos de inestabilidad.

La **segunda fase** se caracteriza por el procesamiento de los datos de campo, la validación de los datos primarios y/o la corrección de los mismos. El objetivo de ésta es la realización del texto monográfico y del material gráfico acompañante que facilita la interpretación de los datos y de las conclusiones y propuestas (o recomendaciones) de este estudio.

La actualización del mapa geológico se realizó considerando la información previa, la descripción de afloramientos, cortes y muestras de roca obtenidas en el campo. Adicionalmente se realizaron 5 láminas delgadas (de igual cantidad de muestras de rocas) para confirmar las características petrográficas de rocas de difícil identificación macroscópica.

2.2 Campo

Para elaborar la estrategia de trabajo de campo se consideraron las características propias del municipio de Somoto el cual se caracteriza por su morfología dominada por sistemas de colinas de relieve rugoso alineadas en dirección noreste; hacia el oeste y noroeste de Somoto ocurren valles y llanos de material residual y aluvial.

Para obtener información preliminar de primera mano, se realizó una entrevista con las autoridades de la Alcaldía de Somoto, lo que permitió que suministraran información la que se utilizó en la organización de las zonas a visitar, tomando en consideración los siguientes parámetros:

- Grado de afectación por fenómenos naturales conocidos (inestabilidad, inundación, sismicidad).
- Cantidad de población afectada.
- Vías de acceso o accesibilidad

Primordialmente, se obtuvo información acerca del estado de las vías de comunicación a fin de integrar, al programa de visitas, las rutas que serían necesarias para cumplir con las visitas, considerando la accesibilidad a cada área específica.

El material de campo consistió de:

1. Vehículo doble tracción
2. GPS Scoutmaster Trimble (para georeferenciar los puntos de observación de campo. Cada punto se determinó con al menos 6 satélites para asegurar la precisión de las coordenadas del punto)
3. Mapas topográficos a escala 1:50,000 (2856 I – Macuelizo y 2856 II Somoto). Esto garantiza la total cobertura del área a ser investigada.
4. Cámara y películas fotográficas.
5. Lápices de colores
6. Libretas de campo
7. Piquetas
8. Cinta métrica de metal de 30m
9. Cinta métrica de metal de 5m
10. Brújula Brunton
11. Lupa
12. Bolsas para muestras
13. Fotografías aéreas (año 1,996; escala 1: 40,000)
14. Estereoscopios de espejos

El recorrido se realizó considerando las facilidades de acceso de manera que se pudiera recopilar la mayor cantidad de observaciones de campo. Se tomaron 325 puntos de observación de campo, los cuales se presentan en la Figura 2.1 y en el Anexo A.

Conjuntamente se realizaron entrevistas, al Alcalde de Somoto y otros habitantes de los sectores visitados, acerca de los fenómenos de inestabilidad ocurridos en las comunidades.

2.3 Dificultades

Durante la etapa de campo se percibió que era muy difícil el mapeo del sector norte y noroeste del municipio de Somoto. Los principales problemas se relacionan con la seguridad personal, ya que la frontera

entre Honduras y Nicaragua propicia el abigeato y el contrabando. Es decir, la presencia de delincuentes en esta área constituyen un obstáculo para el desarrollo de las actividades de levantamiento geológico.

Así mismo, esta área fue escenario de guerra durante los años '80. Como consecuencia en esta zona se colocó una gran cantidad de minas antipersonales y de otras características. Posteriormente, el Huracán Mitch removió estas minas y las depositó en diversos sitios, fuera del control del Ejército de Nicaragua.

Otra de las dificultades encontradas se refiere a la accesibilidad para algunas de las zonas, principalmente para el norte y noroeste del municipio.

Durante la fase de gabinete se encontró que las principales dificultades se relacionan con la falta de análisis químicos de laboratorio y de datación para la correlación petrográfica y de las unidades litoestratigráficas conocidas.

Mapa de Datos de Campo
Municipio de Somoto
Escala 1:50,000

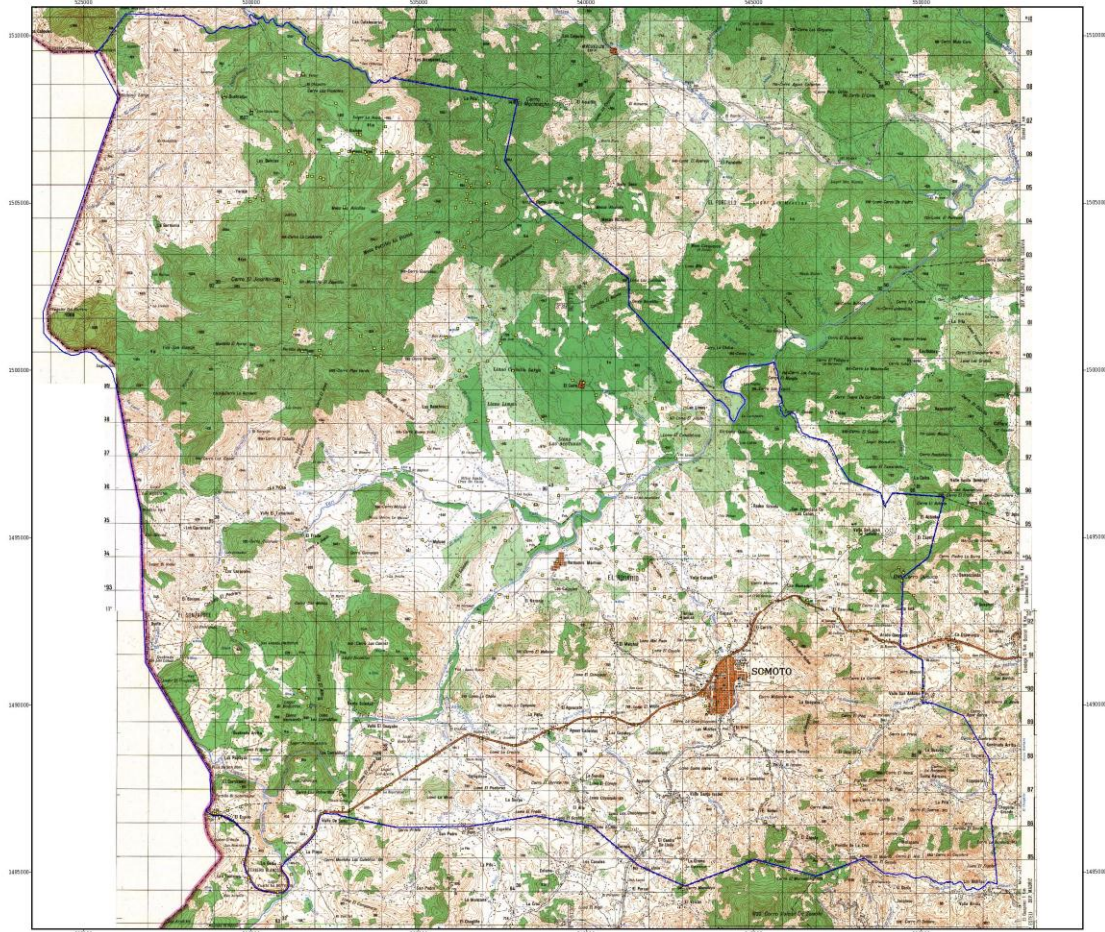


Figura 2.1
Abril de 2005
Managua, Nicaragua

- LEYENDA
- ▲ Localización de sismos
 - Puntos de observación de campo
 - Datos de pozos
 - Área de estudio (Somoto)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARIO"
Facultad de Ciencias e Ingeniería



Tesis Monográfica:
La Sismicidad como factor desencadenante
a los fenómenos de Inestabilidad de terrenos
en el área de Somoto

Presentada por
Br. Laresska Valerie O'Connor Chávez
Para optar al Título de
Ingeniera Geológica

III. MARCO TEÓRICO

3.1 CARACTERIZACION DEL MUNICIPIO

3.1.1 Breve reseña histórica

El municipio de Somoto pertenece al Departamento de Madriz. El origen de la población se remonta a la época prehispánica, poblado inicialmente por las inmigraciones que provenían de México. En 1951 los españoles poblaron la hoy ciudad denominada “Santiago de TepeSOMOTO”.

En muchas citas históricas nicaragüenses del siglo pasado, se hace alusión a la actual ciudad de SOMOTO con el nombre de “SOMOTO GRANDE”, lo que hace presumir que existían otros pueblos indígenas antiguos.

El 22 de enero de 1867 durante el gobierno del general Fernando Guzmán se le concedió el título de Villa; mientras el título de Ciudad le fue conferido, por la ley del 24 de marzo de 1895, durante la administración del Presidente José Santos Zelaya y desde el 11 de noviembre de 1936 es cabecera del departamento de Madriz, fecha en que se separó de Nueva Segovia.

3.1.2 Aspectos socio económicos

En cuanto al contexto socioeconómico en el que se encuentra este municipio, según investigaciones que se realizó, el conjunto de comunidades del departamento de Somoto constituyen una de las zonas más pobres del país, con amplio número de necesidades, y fue una de las más afectadas por la sequía de dos años causada por el fenómeno del Niño y por las fuertes lluvias originadas por el huracán Mitch en 1998.

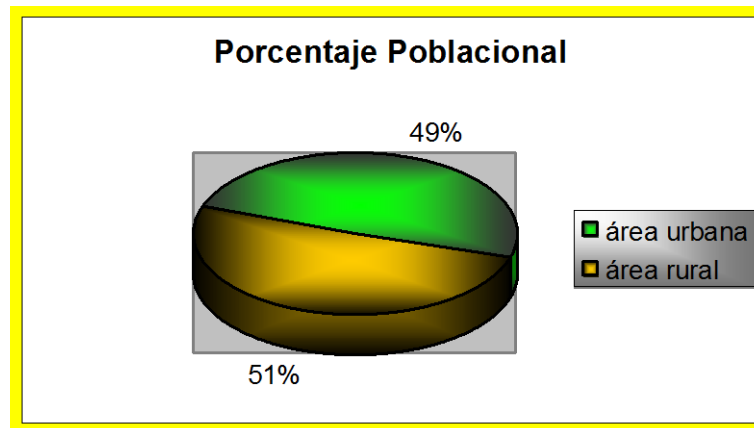
El municipio se encuentra dividido de la siguiente manera: el área urbana, compuesta por 20 sectores y el área rural, dividida en 48 comunidades.

Las necesidades abarcan amplios sectores de la sociedad y entre estas se destacan los siguientes ámbitos con sus correspondientes deficiencias.

La población

La población total del municipio de Somoto en 1995 ascendía a 28,821 habitantes. En 1999 la población del municipio creció a 31,671 habitantes, experimentando una tasa de crecimiento anual de 2.24% en el período 1995/2000.

Actualmente el municipio tiene una población estimada de 32,380 habitantes, con una distribución de 15,974 hab (49%) en el área urbana y 16,406 hab (51%) en el área rural, para una densidad poblacional de 100 hab/ km².



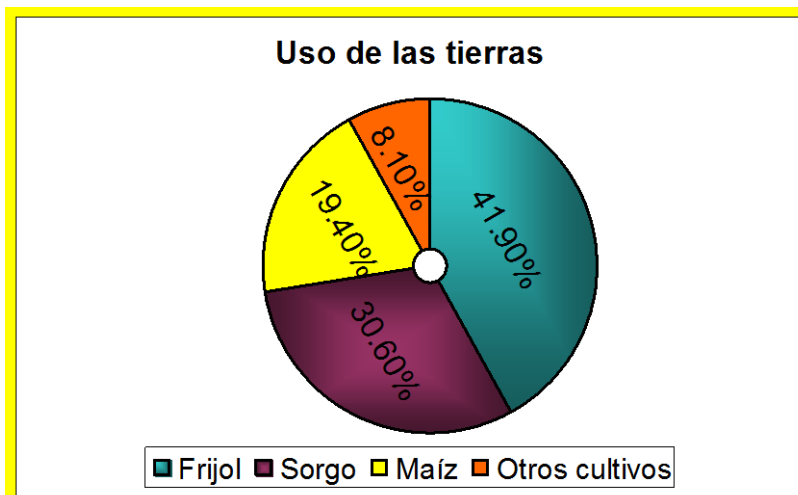
La figura 3.2 muestra la distribución poblacional en el municipio de Somoto

Administración Municipal

Economía

En el municipio de Somoto predominan la agricultura y la ganadería extensiva de baja productividad. La zona se encuentra muy deforestada.

Según datos disponibles en la Alcaldía Municipal de Somoto, las 6200 manzanas dedicadas a las labores agrícolas se ocupan según la siguiente figura:



La figura 3.3 muestra la distribución en el uso de la tierra en el municipio de Somoto

Las limitaciones más importantes para el desarrollo de dicho municipio son:

a) Infraestructuras:

- Vías de comunicación en mal estado.
- Falta de escuelas.
- Escasez de electrificación.
- Escasa cobertura de transporte hacia las comunidades.
- Déficit de viviendas.

b) Salud:

- Bajo nivel de cobertura de servicios de salud a la población.
- Falta de abastecimiento de equipamiento médico y de medicinas a las unidades de salud.
- Escasa cobertura de agua potable y saneamiento.

c) Producción:

- Inexistencia de fuentes alternativas de empleo.

d) Medio Ambiente:

- Se están presentando procesos de deforestación en la zona que hacen necesarios una acción urgente de reforestación y educación forestal en la población.
- Pérdidas de suelo debido a la deforestación.
- Necesidades de establecer un plan de manejo de cuencas hidrográficas y del bosque.

Situación Financiera

❖ *Infraestructura Económica de Apoyo*

La falta de vías de accesos, transporte, energía eléctrica y telecomunicación dificultan el desarrollo socioeconómico de cada una de las comunidades del Municipio de Somoto, en vista que los servicios básicos se concentran mayoritariamente en el casco urbano, quedando la extensa área rural, en su mayoría, sin ningún servicio. El municipio se caracteriza por tener grandes extensiones sin caminos, carreteras, y por consiguiente sin transporte que haga movilizar las actividades económicas. Al mismo tiempo, gran parte de los caminos existentes son de estación seca, los cuales se vuelven intransitables en el invierno, por lo que los productores tienen graves problemas para sacar la producción.

La energía eléctrica y telecomunicaciones son los servicios más escasos y de los más importantes, los que obstaculizan todo el desarrollo socioeconómico, que junto con el limitado servicio de transporte dificultan los procesos productivos puesto que bloquean la producción departamental de los mercados, de las tecnologías, de la competitividad, afectando directamente la comercialización de la producción.

❖ *Viviendas*

En el Municipio de Somoto, sobre todo en el área rural, predominan las viviendas de paredes de taquezal, techos de teja de barro y piso sin baldosas.

Pocas casas tienen estructuras modernas y las que las tienen se encuentran en las ciudad. Algunas de las casas por las mismas

condiciones naturales del terreno representan un gran problema puesto que se encuentran ubicadas en las faldas y laderas de los cerros. En el sector noroeste del casco urbano del Municipio las viviendas son construidas tomando en consideración la pendiente, por niveles, para aprovechar al máximo el terreno.

No obstante, considerando que estas construcciones en general no se realizan bajo ningún tipo de diseño estructural ni bajo la supervisión de profesionales competentes en el ramo de la construcción, se estima que esta característica constituye un peligro potencial para sus habitantes.

Lo anterior se manifiesta en casas construidas bajo la técnica (no supervisada) de corte y relleno en la cual se observa que el talud del corte es muy vertical y no se realizan obras de contención en la pared, para así de esta forma evitar posibles fenómenos de inestabilidad.

Los materiales que más se usan en la construcción de viviendas en el área urbana son techos de zinc y tejas, paredes de concreto, en menor cantidad paredes de adobe o tipo minifalda, ladrillo y madera; en el área rural predomina la construcción de viviendas con paredes de adobe y techos de tejas, en menor proporción zinc.

❖ *Red Vial*

La principal red vial del municipio la constituye la carretera Panamericana, primaria de todo tiempo, la cual atraviesa la totalidad del territorio; la carretera de Somoto a San Lucas es tierra con balastre, teniendo una longitud aproximada de 15 Km.

Las vías secundarias comunican a las comunidades con la cabecera municipal, siendo durante el período lluvioso difícil el acceso vía terrestre principalmente a las comunidades Yaraje, Icalupe, Paso Lajas Amarillas y El Limón.

3.1.3 Clima

Las condiciones climáticas son un elemento sobresaliente como uno de los factores creadores de los suelos, pero además, como uno de los contribuyentes naturales en la formación de los relieves y de forma paralela como un contribuyente directo o indirecto que incide en el desarrollo de la economía. En la actualidad, el clima se encuentra representando una amenaza latente en nuestro desarrollo funcional como sociedad, ante la falta de cultura de prevención y/o conciencia de riesgo.

Según la clasificación de Koppën en el área de Somoto se localizan 2 zonas climáticas: Sabana Tropical y Sabana Tropical de Altura (Fenzl, 1989).

El clima predominante del Municipio de Somoto es tropical sabana con una pronunciada estación seca en los meses de Noviembre – Abril. En las

montañas prevalece un clima cálido con inviernos secos. La temperatura promedio aproximada es de 24 °C, registrándose máximos de 32 °C y mínimos de 18 °C.

La humedad promedio aproximada varía de 66 % a 85 %.

3.1.4 Precipitaciones

De acuerdo a datos de precipitación que se obtuvieron a partir de los registros del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) de 25 años (1961 – 1986) de la Estación de Somoto (720 msnm), los promedios mensuales varían entre 3 mm (Febrero) y 180 mm (Junio). Los meses más lluviosos están comprendidos entre Mayo a Octubre (92.25 % precipitación anual); y la estación seca Noviembre a Abril (7.75 %). Los meses de Enero y Febrero son los más secos.

La precipitación media anual oscila entre 1000 – 1400 mm.

La información contenida en este capítulo fue obtenida en la página web de INIFOM (www.inifom.gob.ni).

3.1.5 Red Sísmica Nicaragüense

Antecedentes

Después del terremoto de Managua en 1972 se realiza una conferencia sismológica en la que se consideran aspectos importantes como problemas de construcción, geología de Nicaragua y otros aspectos relacionados con las causas y efectos de la sismicidad.

Con la necesidad de que en Nicaragua no existían mapas que reflejaran la realidad sísmica de este país, el norteamericano LEEDS presenta el primer catálogo de sismos de Nicaragua basado en diversas fuentes de información (reportes de periódicos, libros y otras publicaciones sobre los efectos de sismos en Nicaragua; informaciones de estaciones sísmicas fuera del país, datos de algunos sismógrafos temporales en nuestro país, datos de acelerómetros instalados en algunos edificios en Managua), pero esto no permitió determinar con exactitud epicentro y magnitud del sismo.

Primera Red Sísmica

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) preparó un proyecto con el objetivo de obtener información exacta sobre la peligrosidad sísmica de Nicaragua. Dos años después del terremoto con el apoyo de esta Institución se distribuyó una red de 16 estaciones sísmicas con tecnología avanzada en el Pacífico de Nicaragua.

En el instituto de Investigaciones Sísmicas los registros se procesaron diario, permitiendo que los cálculos necesarios para determinar hipocentro y magnitud se realizaran en computadoras. Inicialmente otra institución se encargaba de los registros sísmicos debido a que el Departamento de Sismología de INETER no contaba con una

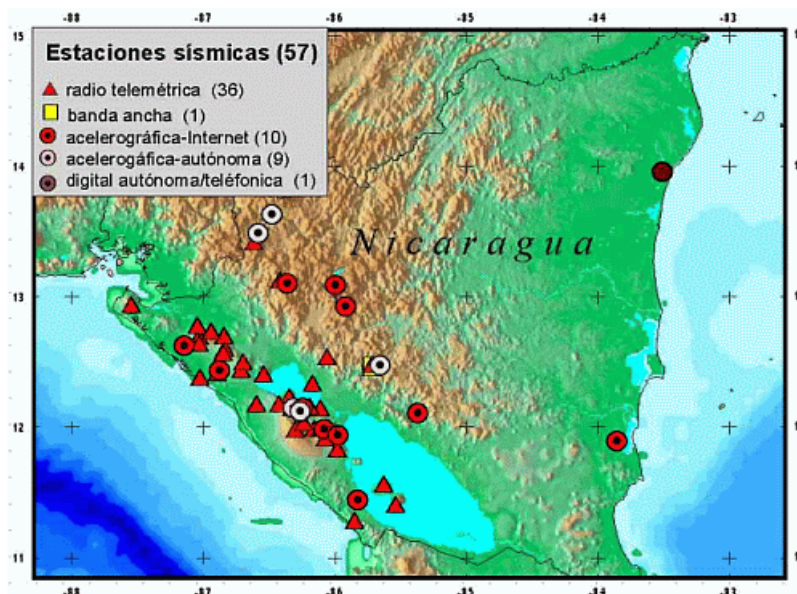
computadora para procesar los datos, pero una vez que el Departamento adquirió su propio equipo, anualmente preparó un Boletín Sismológico con los parámetros de los sismos ocurridos.

En 1975, exitosamente sismólogos nicaragüenses y norteamericanos dibujaron el primer mapa de sismos detectados por la red sísmica donde se identificaron áreas de mayor actividad en el Océano Pacífico y la Cadena Volcánica. En el Volcán Momotombo se localizaron los sismos de un enjambre sísmico por primera vez en la historia.

Nueva Red Sísmica

La nueva red sísmica de Nicaragua es ahora la más grande en América Central. Sus datos no sirven solamente a los sismólogos de Nicaragua sino se mandan también al centro sísmico mantenido por CEPREDENAC en la Universidad de San José - Costa Rica donde se integran en un procesamiento común los datos de todas las estaciones sísmicas de América Central.

La Red Sísmica Nacional de Nicaragua consiste de 36 estaciones sísmicas telemétricas y 19 estaciones sísmicas acelerográficas, una estación de banda ancha y una estación digital autónoma. Las estaciones telemétricas, ubicadas en lugares remotos, transmiten sus señales continuamente a la Central Sísmica en Managua. Muchas de las estaciones telemétricas sirven para la vigilancia volcánica. En las ciudades más importantes se instalaron estaciones acelerográficas digitales que transmiten vía INTERNET las señales de sismos fuertes a INETER. En Managua existen cinco de estos equipos.



La figura 3.4 muestra la distribución de las Estaciones Sísmicas en Nicaragua.

La información contenida en esta sección fue obtenida en la página web de INETER (<http://www.ineter.gob>)

IV. GEOMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

4.1 Geomorfología

De acuerdo a Williams et al.,(1971) el área de estudio se encuentra comprendida en la Provincia de Tierras Altas del Interior se caracteriza por una topografía de ciclo erosivo joven o estado de rejuvenecimiento presentando elevaciones que varían de 600 m a 1730 msnm

Geomorfológicamente se distinguen tres grupos de geoformas (los nombres de sitios corresponden a los indicados en las Hojas Topográficas oficiales de INETER):

- ▣ Llanura de Somoto y Río Coco, al sur, intercaladas con terrazas y cauces fluviales poco desarrollados, con varios grupos de colinas bajas y formas localizadas de meseta. Relieve maduro.
- ▣ Macizos montañosos del Cerro Volcán de Somoto, al sur y este, y de Marimacho – Portillo La Palma, al norte, con montañas empinadas que superan los 1200 m de altura. Relieve juvenil abrupto.
- ▣ Zona de colinas bajas de La Germania al noroeste y del Sonzapote, hacia el oeste. Relieves residuales de erosión fluvial, con relieve redondeado y terrazas cubiertas con aluviones. Relieve maduro.

La morfología del área está dominada por sistemas de colinas de relieve rugoso alineadas en dirección noreste. Hacia el oeste y noroeste de Somoto ocurren valles y llanos de material residual y aluvial entre este sistema de relieve de dirección preferencial noreste.

Las alturas máximas en el área de estudio son: al sur de Somoto el Cerro Volcán Somoto con 1730 msnm; al norte y noroeste las elevaciones alcanzan los 1410 m en el Cerro Marimacho y las mínimas alcanzan los 600 msnm en los llanos al norte de la confluencia del Río Coco con el Río Yari. Al Oeste próximo a la frontera con Honduras la mayor elevación corresponde a la Loma El Jicaral con 1488 msnm en cuyo contrafuerte alineado en el sentido Este – Oeste se encuentra el Valle El Guayabo.

Las pendientes de estas laderas varían de 8 a 75 grados generalmente, con algunas excepciones de cumbres escarpadas de gran extensión, o escarpes localizados de poca longitud.

El desarrollo de la superficie de montaña, ha sido principalmente debido a los tipos de rocas que la constituyen, los rasgos estructurales y al tiempo en que actuaron los procesos geológicos. Las superficies de montaña son las más antiguas, probablemente provengan de una antigua superficie *penillanura* que ha sido fuertemente modificada por los distintos procesos erosivos que actuaron constantemente durante este período.

Los cerros conformados por rocas metamórficas tienen formas redondeadas con flancos de fuerte pendiente y el drenaje se caracteriza por ser dendrítico muy delgado.

En las rocas volcánicas las formas de los cerros consisten en pequeñas planicies aisladas y alargadas con flancos de fuerte pendiente hasta escarpado, como el Cerro Marimacho, Mesa Los Anicillos, Mesa Portillo La Palma, Montaña El Horno, Cerro Las Lumbreras y Las Quebradas.

En Somoto también se pueden observar terrazas aluvionales, las cuales son superficies planas que forman parte de los fondos antiguos de algunos valles y tiene pendientes suaves; dentro de esta región, estas superficies son conocidas como llanos, tales como Llano Cuchilla Larga, Llano Limpio, Llano Las Aceitunas y las terrazas a lo largo del Río Coco.

4.2 Hidrogeología

La principal cuenca hidrográfica del municipio está compuesta por el Río Coco que actúa como colector, que recorre el municipio con dirección general suroeste – noreste.

El Río Coco en el tramo comprendido entre el Valle El Guayabo y la Quebrada La Palencia recibe los siguientes afluentes: por el sector sureste recibe el Río Somoto, quebrada Los Martínez, Río Aguas Calientes, el Río Inalí, la quebrada El Guayabo y por el sector noreste recibe el Río Yari, quebrada El Portillo del Cortés, quebrada José, quebrada El Canchiflinal, quebrada La Ceiba y quebrada La Palencia.

Río Somoto: éste nace en el Cerro Marimacho al sur de la Ciudad de Somoto a 1288 msnm, desciende con dirección NNW hasta el valle de Santa Teresa donde cambia levemente su rumbo hacia el noroeste, y posteriormente recobra su dirección inicial hasta llegar al Valle Cacaúlí y depositar las aguas en el Río Coco. El área de drenaje hasta su desembocadura al Río Coco es de 41.7 Km², con una pendiente media de 18%.

Río Aguas Calientes: tiene tres afluentes principales Copales, La Sierpe y la Susuba, siendo éste último el cauce mas largo, el cual nace a 1585 msnm en el Cerro Apante, descendiendo en la dirección sureste, pasa por el Cerro El Volcán, entre las lomas de El Alto y Las Chachaguas pasando por el poblado de la Susuba, experimentando un cambio de dirección hacia el este y desembocar sus aguas al Río Coco; su área de drenaje es de 47.14 Km² y pendiente media de 19%.

Quebrada Los Martínez: tiene su nacimiento en uno de los cerros del área y que se encuentra a la altura de 821 msnm, el cauce de este tiene un movimiento descendente de sur a norte, ocurriendo un leve cambio de dirección hacia el noroeste atravesando el Valle del mismo nombre para depositar su afluente sobre el caudal del Río Coco próximo a la curva 600 msnm. El área de drenaje de la cuenca es de 17.98 Km².

Quebrada La Paluncia: nace en uno de los cerros de mayor altura del área a 1005 msnm, su caudal se desplaza de forma descendente al suroeste y se mantiene constante hasta la curva 670 msnm en donde ocurre un cambio de dirección sureste y desemboca en el Río Coco, cercano a la Loma El Genízaro. Su área de drenaje es de 4.06 Km².

Quebrada La Ceiba: se origina a los 1100 msnm cercano a las Mesas Alcayán y desciende en la dirección de norte a sur, pasando entre las lomas Las Calabazas, Loma Alta y el Cerro El Bonetillo, mantiene un curso constante hasta llegar a la curva 600 msnm, posteriormente cambia su trayectoria hacia el sureste pasando por el Valle Las Limas hasta desembocar al Río Coco.

Quebrada San José: se origina en las partes bajas del lado oeste del Cerro El Horno y su movimiento es en la dirección suroeste, hasta experimentar un cambio en la curva 800 msnm de norte a sur descendiendo a través del Llano Cuchilla Larga y posteriormente pasando sobre el Llano Las Aceitunas y descargar su caudal en el Río Coco, cercano al Valle de Paso de Las Lajas Amarillas. La pendiente de la cuenca es 15% y su área de drenaje aproximada es de 23.53 Km².

Quebrada Portillo del Cortés: tiene como afluentes Cerro Grande, El Chiquirín, el cual tiene el cauce más largo, su nacimiento se localiza en la Montaña El Zapotillo a una elevación de 1371 msnm, el curso es descendente de norte a sur, hasta cambiar esta trayectoria hacia el este pasando por San Antonio y rodeando el cerro Los Ranchos, posteriormente atravesando por el poblado El Chiquirín, Las Lajas y pasando a formar parte del Río Coco al desembocar sus aguas sobre este, a la altura de la curva 600 msnm. El área de drenaje es de 24.13 Km² y pendiente de 22%.

Río Yari: tiene uno de los cauces más largos, su nacimiento se origina en una zona montañosa (Montaña El Horno) a más de 1300 msnm. Su trayectoria es muy variable desde su origen, inicialmente con una dirección suroeste hasta llegar a la intersección de la Quebrada La Ceiba, en donde cambia de rumbo hacia el sureste pasando por el Valle El Tamarindo y llegar al pequeño poblado de El Fraile, rodeando el Cerro El Motuse, finalmente desemboca sus aguas en el Río Coco en la zona más baja, próximo a la curva 600 msnm. La extensión de su área de drenaje es de 68.83 Km² y pendiente de 20%.

Quebrada El Guayabo: se origina muy próxima al Cerro de Las Culebras a una altura de 926 msnm con un movimiento del flujo en la dirección de sur a norte experimentando un cambio en la trayectoria del caudal en la dirección noroeste a la altura de la curva 790 msnm pasando por La Esperanza, San Gabriel, Cerro Lugar Hato Nuevo ubicado en el Valle El Guayabo para descargar sus aguas en Río Coco cercano a la curva 690 msnm. Pendiente 10% y área de drenaje 8.48 Km².

Quebrada El Canchiflinal: nace en las faldas del Cerro El Horno a la altura de 1100 msnm en la zona llamada Lugar Los Macuelizos, con una trayectoria descendente de norte a sur y un cambio de dirección sureste en la curva 700 msnm manteniendo este curso y finalmente desembocar sobre las aguas del Río Coco cerca de la zona denominada El Limón en la curva 600 msnm. Área de drenaje 19.21 Km² y pendiente 20%.

Las micro cuencas que cubren el municipio presentan las siguientes características:

- 1) Flujo intermitente transportando agua solamente en la época lluviosa.
- 2) Alta velocidad de drenaje por lo accidentado del terreno.
- 3) Arrastre de sedimentos.
- 4) Recorridos cortos.

Las características hidrodinámicas de las cuencas subterráneas tienen una transmisibilidad de 850 – 3684 unidades (Fenzl, 1989)

La cuenca subterránea se corresponde a la Cuenca de Palacagüina según la división realizada por Tahal y Valle¹ y de acuerdo a sus características hidrográficas se corresponde a la Cuenca N° 45 denominada Cuenca del Río Coco o Segovia.

El sistema de drenaje está formado por una red dendrítica y en menor cantidad rectangular y angular constituida por el río principal Coco que circula de Oeste a Este, al que confluyen ríos secundarios de menor entidad que se originan en los cerros y torrentes o quebradas que se inciden en las laderas.

Los ríos secundarios se originan en lo alto de los cerros y discurren entre los valles montañosos, hasta alcanzar el valle principal donde se unen con el río principal. Su caudal es variable según sea estación seca pudiendo llegar a desaparecer en ocasiones, o estación de lluvias donde su caudal aumenta y el agua alcanza elevadas velocidades y caudales mayores, en dependencia de las precipitaciones y la pendiente.

Las quebradas y torrenteras se ubican a lo largo de laderas y sólo son funcionales en momentos de fuertes precipitaciones o precipitaciones persistentes, donde canalizan toda el agua que no se infiltra en las laderas y la evacuan al río Coco o ríos secundarios.

Conforme a Fenzl (1989) las rocas predominantes en este municipio son metamórficas y volcánicas, ambas tienen comportamientos hidrogeológicos diferentes. Las características hidrogeológicas de las rocas metamórficas se corresponden a un medio físico de fisurado a compacto, transmisibilidad nula y permeabilidad impermeable – nula, mientras tanto las rocas volcánicas son de transmisibilidad baja – nula y de permeabilidad variable.

¹ Citado por Fenzl (1989)

Las rocas volcánicas terciarias (Grupo Coyol y Matagalpa) con predominio en la Provincia de Tierras Altas del Interior no han desarrollado acuíferos continuos de gran extensión debido a sus condiciones hidrogeológicas adversas. Solamente pueden ser aprovechados los pequeños acuíferos locales, desarrollados en los sistemas de fisura, grietas, diaclasas, o bien en rocas porosas dentro de la secuencia volcánica. (Fenzl, 1989)

Según este mismo autor las unidades geológicas se pueden caracterizar hidrogeológicamente en el siguiente cuadro sinóptico:

Grupo	Medio Físico	Transmisibilidad $d^{1)}$	Permeabilidad $d^{2)}$	Notas
<i>Coyol</i>	<i>Fisurado/ Poroso</i>	<i>Alta - Nula</i>	<i>Variable</i>	<i>Sin acuíferos extensos y continuos, formación de “acuíferos colgados”</i>
<i>Matagalpa</i>	<i>Fisurado/ Poroso</i>	<i>Alta - Nula</i>	<i>Variable</i>	<i>Sin acuíferos extensos</i>

1) Transmisibilidad:

- * Alta: mayor de 1000 $m^2/día$
- * Media: entre 1000 y 500 $m^2/día$
- * Baja: menor que 500 $m^2/día$

2) Permeabilidad:

- * Excelente: $10^5 - 10^2 m/s$
- * Buena: $10^2 - 10 m/s$
- * Regular: $10 - 10^{-4} m/s$
- * Impermeable: menor que $10^{-4} m/s$

El relieve accidentado y la deforestación intensiva en algunas micro cuencas son factores que limitan la tasa de infiltración de aguas de lluvia y, por ende, la formación de zonas acuíferas de cierta importancia.

La presencia de suelos antiguos sepultados (paleosuelos) y zonas de rocas meteorizadas (descompuestas), alternando con capas de rocas frescas o poco meteorizadas, fracturadas, favorecen la formación de acuíferos colgados que, al ser cortados por las quebradas, dan origen a los numerosos manantiales (ojos de agua) que brotan en las zonas altas del área a diferentes alturas topográficas.

Muchos de estos manantiales actualmente se utilizan en el suministro de agua potable para pequeñas comunidades dispersas en el municipio.

V. GEOLOGÍA REGIONAL

5.1 *Evolución Geológica de Nicaragua*

La zona de estudio geológicamente se encuentra en la Provincia de América Central Septentrional, la cual es parte de la estructura e historia geológica del continente norteamericano, considerándose como base la distribución de las rocas anteriores al vulcanismo del terciario superior (*Dengo, 1968*)

La Orogénesis Laramídica fue el patrón tectónico del levantamiento de América Central Septentrional, la cual permaneció emergida durante el Eoceno y casi todo el Oligoceno. Durante esta Orogénesis se originaron diversos sistemas de fallas de mayor o menor importancia; las más prominentes son las fallas de corrimientos con buzamiento al sur (Zona norte de Centro América Septentrional), y las fallas más jóvenes en dirección NW – SE que se localizan dentro del Volcanismo Cuaternario. (*Hodgson, 1972*)

Las fallas jóvenes fueron originadas en las rocas volcánicas del terciario y cuaternario de América Central Septentrional; ya que estas rocas fueron falladas en bloques, algunas de las cuales se inclinaron ligeramente desarrollando en algunas partes plegamientos leves. A fines del Terciario y del Cuaternario se originaron dos sistemas de fallas jóvenes como resultado principalmente de esfuerzos de tensión local, cuyo rumbo es de N30°W y N – S. Al primer sistema de fallas pertenece la Depresión Nicaragüense formado por esfuerzos de tensión sobre un anticlinal. El segundo sistema se caracteriza por fallas normales. (*Dengo, 1968; Hodgson, 1972*)

Nicaragua forma parte del sur del bloque Chortis; uno de los varios bloques tectónicos que constituyen el Istmo Centroamericano Moderno. La actual disposición de esos bloques es el resultado de complejas interacciones entre las placas de Norteamérica, Sudamérica, Caribe y Pacífico (Figura 5.1)

La neotectónica de la Región Caribe se caracteriza por:

- a) La Subducción de la Placa Cocos debajo de la Placa Caribe a lo largo de la fosa mesoamericana.
- b) La convergencia hacia el oeste y noroeste de las Placas Norte y Sudamericana, respectivamente.
- c) El movimiento relativo hacia el este de la Placa Caribe.

La tectónica actual en Nicaragua está caracterizada por la Cadena Volcánica Cuaternaria y la Depresión Nicaragüense. El vulcanismo terciario a reciente puede ser directamente relacionada a la subducción noreste de la Placa Cocos debajo de la Placa Caribe. La causa de la extensión Plio - Pleistoceno y la transtención dextral reciente responsable por la Depresión de Nicaragua y los terremotos relacionados es menos obvia. *Cruden (1989)* propone que la formación de la Depresión de

Nicaragua se da del Neógeno al reciente, el movimiento del bloque Chortis y el promontorio de Nicaragua parte de la Placa Caribe entre la fosa Caimán y el escarpe Hess. El movimiento dextral de la Depresión de Nicaragua puede ser resultado de la rotación diferencial, anti - horaria de este segmento de placas o a la Subducción oblicua de la Placa Cocos.

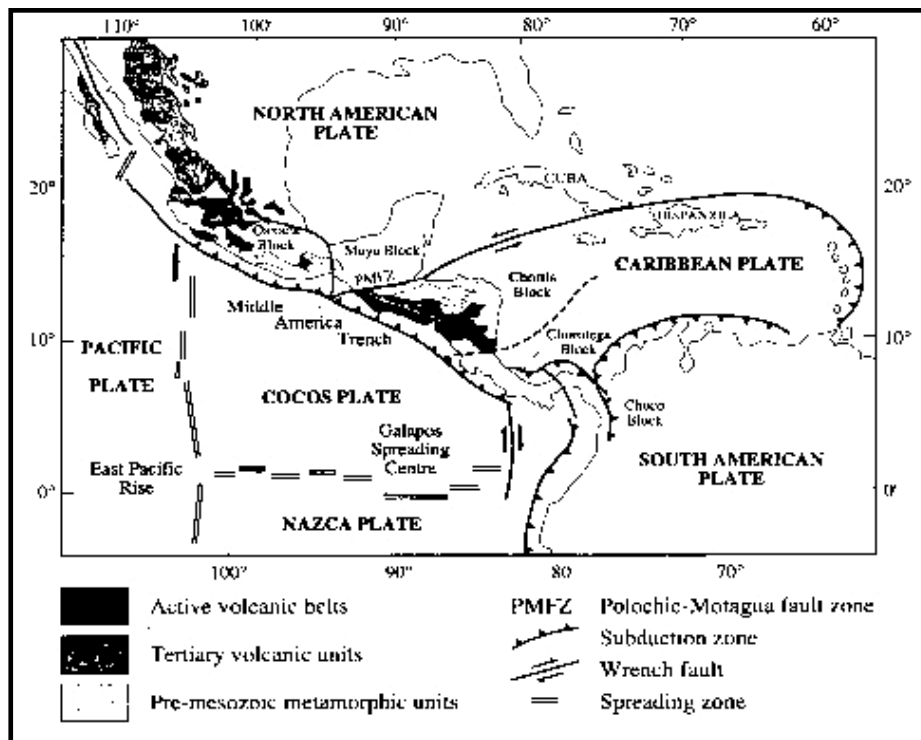


Figura 5.1. Localización tectónica regional de Nicaragua (Elming et al. 1999)

5.2 Terrenos o Provincias Geológicas

Nicaragua está dividida en cinco provincias o terrenos geológicos característicos (Figura 5.2):

- Llanura costera del Pacífico
- Depresión de Nicaragua
- Volcánico terciario
- Provincia metamórfica del Norte
- Llanura costera del Caribe

Considerando que el área de estudio se encuentra dentro de los terrenos geológicos conocidos como Provincia Metamórfica del Norte y Volcánico Terciario, sólo éstas serán descritas (Figura 5.2)

Provincia metamórfica del Norte

Se corresponde con el terreno más antiguo del país y geológicamente pertenece a América Central Nuclear y a la Cuenca del Bocay (Fenzi, 1988). Está constituido por rocas metamórficas paleozoicas (esquistos, filitas, cuarcitas, pizarras y metavolcanitas) e intrusivos cretácicos – terciarios (granitos, granodioritas, dioritas, monzonitas, cuarzo).

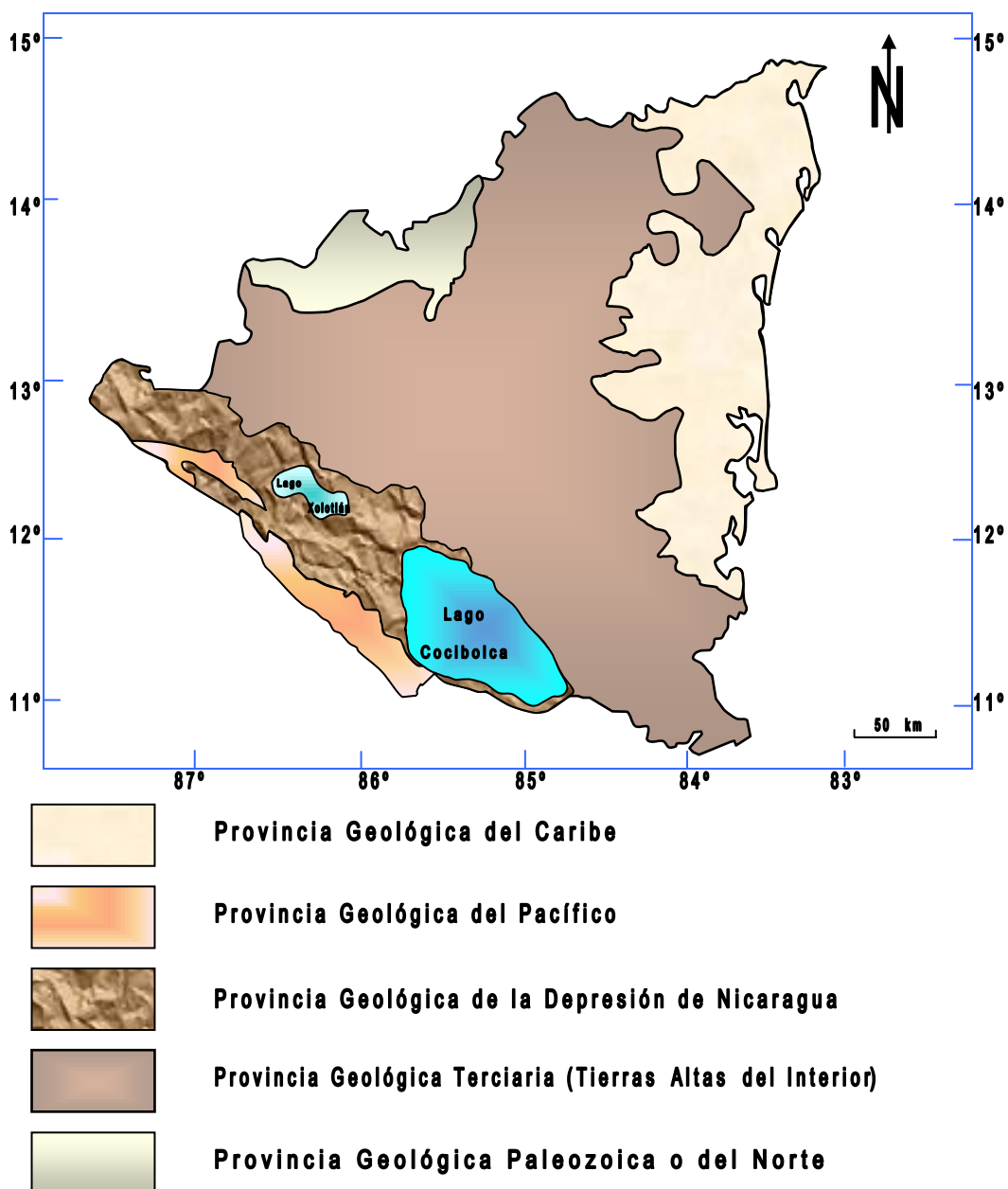


Figura 5.2 Provincias Geológicas de Nicaragua.

Provincia Volcánica Terciaria

Esta provincia está conformada por una potente pila de rocas volcánicas que yacen discordantemente sobre las rocas metamórficas de la Provincia Metamórfica del Norte y se encuentran interdigitados con los conglomerados rojos de la Formación Totogalpa.

Estas rocas volcánicas han sido divididas en los grupos siguientes:

- a. Grupo Coyol, incluye las mesetas ignimbríticas que se extienden en dirección NW – SE, desde la frontera con Honduras, hasta el departamento de Río San Juan, al sur.

- b. Grupo Matagalpa. En la región se caracteriza por rocas de composición basalto – andesita con presencia abundante de zeolitas. Yace en forma discordante sobre filitas y mica esquistos. Hacia el Este, se encuentra en concordancia sobre los conglomerados de la Formación Totogalpa; en algunos lugares se presentan intercalados mutuamente.

Formación Totogalpa

Representa un período de sedimentación en un ambiente continental que, según algunos autores se desarrolló durante el Oligoceno, y está compuesta por conglomerados rojos de diferentes composiciones y orígenes. Estos depósitos tienen un espesor de hasta 300 m (próximo a Macuelizo) y 200 m más al norte (cerca del borde fronterizo).

De acuerdo a la posición estratigráfica esta Formación, William & McBirney (1969) observaron una relación de interdigitación por lo que algunos autores también la llaman Formación Pre – Matagalpa.

Mineralización

Williams et al (1971) reporta en el área del Cerro Marimacho una andesita hipabisal con fuerte disseminación de pirita o marcasita, que bien puede estar asociada con algún elemento económico: oro, plata o cobre. Recomienda hacer una prospección geoquímica.

Características estructurales

De acuerdo al patrón de lineamientos estructurales conocidos y a la interpretación de los mapas topográficos a escala 1:50,000 y a Fotos aéreas (principalmente fotointerpretación) se establece lo siguiente:

- ❑ **Fallas NE – SW:** caracterizadas como fallas normales escalonadas con longitudes de varios kilómetros y planos de falla subverticales.
- ❑ **Fallas NNW – SSE:** cortan el sistema de fallas anterior. Son fallas que alcanzan longitudes mayores de 30 km, son de tipo normal. Estas estructuras controlan el sistema de drenaje dándole un aspecto rectangular.

La Figura 5.3 indica los lineamientos estructurales principales identificados en el área investigada.

Sismicidad

De acuerdo a datos obtenidos en INETER considerando el período de 1975 – 2002 (27 años) y un área comprendida entre 605100 E – 1438000 N y 500300 E – 1541100 N; se han registrado los sismos presentados en la Tabla 5.1.

Es importante señalar que la red sismológica local de Nicaragua que dirige INETER presenta una mejor cobertura para la zona del Pacífico. Esto significa que la precisión en la localización de los sismos para el resto del país es menor, en vista al arreglo actual de la red.

Mapa de Lineamientos Estructurales

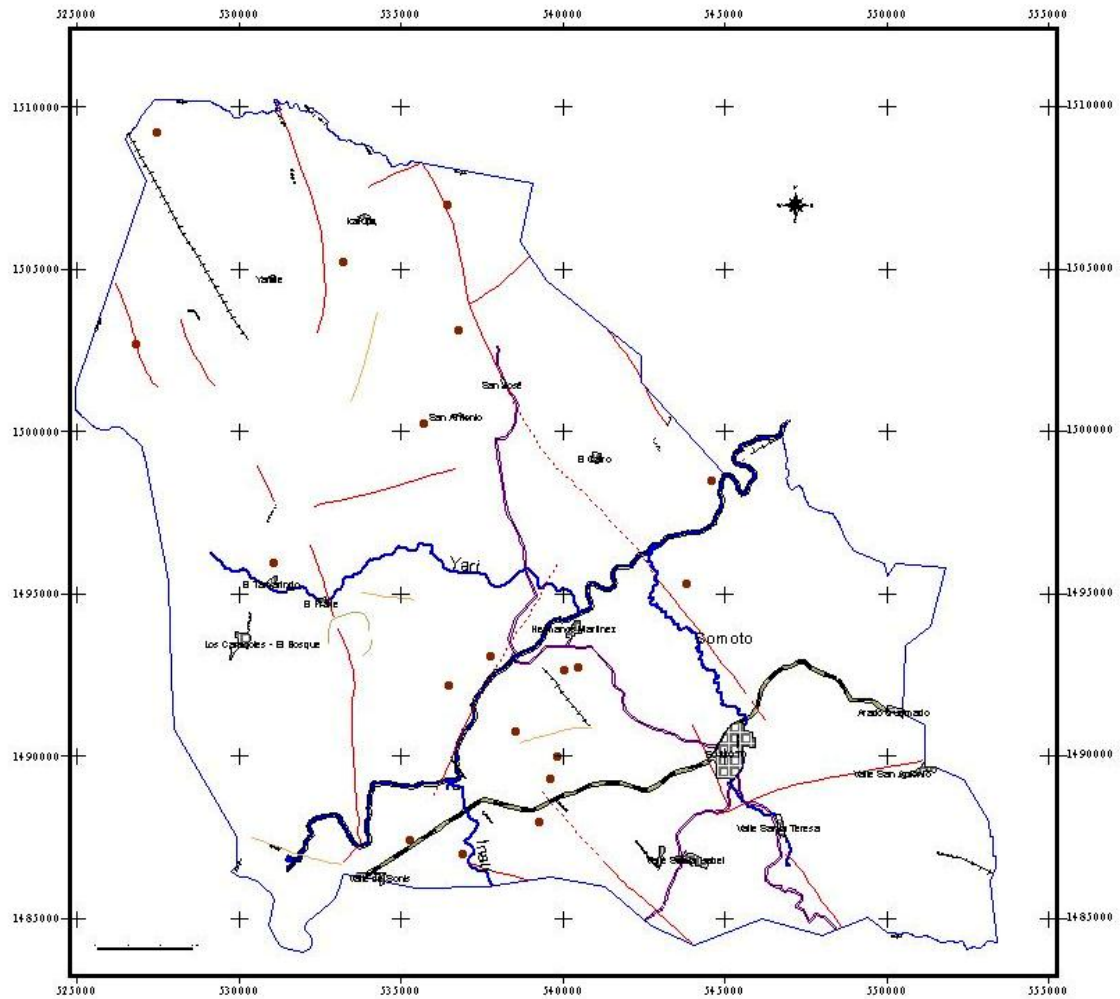


Figura 5.3
Abril de 2005
Mayagüez, Nicaragua

- LEYENDA
- Poblaciones principales
 - Carretera de todo tiempo
 - Carretera pavimentada
 - Somoto
 - Activa/Comprobada
 - Fractura con estructura circular
 - Fractura con estructura escalonada
 - Coco
 - Yari
 - Tapacalán
 - Somoto

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"
Facultad de Ciencias e Ingeniería



Tesis Monográfica:

La Sismicidad como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad de terrenos en el área de Somoto

Presentada por:
Br. Larreska Valerie O'connor Chávez
Para optar al Título de:
Ingeniera Geóloga

Tabla 5.1 *Sismicidad histórica registrada en INETER.*

FechaHoraLatitudLongitudProfundidad# de EstacionesrmsMagnitud CodaFuente

1404197510: 23: 46.413.072-86.0610.8110.42.2CNIC

16111975	3: 43: 42.5	13.571	-86.67	31.9	11	0.5	3.1C	CAM
16111975	19: 54: 43.8	13.478	-86.632	4.6	13	0.5	3.8C	CAM
09031976	23: 33: 38.1	13.37	-86.875	0	6	0.5	3.4C	CAM
11041976	21: 20: 43.2	13.652	-86.746	0	8	1.8	3.6C	CAM
30041976	17: 30: 48.9	13.871	-86.545	0	7	0.3	3.5C	CAM
24061976	3: 30: 48.5	13.176	-86.563	1.5	8	12.1	2.9C	CAM
02081976	23: 15: 3.5	13.057	-86.976	31.1	7	1.6	2.3C	CAM
13081976	14: 20: 0.5	13.367	-86.772	1.1	7	4	3.2C	CAM
17041977	23: 39: 11.9	13.875	-86.655	0	6	2.3	2.9C	CAM
27091977	23: 58: 29.3	13.073	-86.675	13	4	31.1	2.7C	CAM
01121977	20: 16: 3.1	13.64	-86.612	20.1	10	0.6	2.5C	CAM
01121977	20: 16: 26.9	13.654	-86.649	21.8	7	0.3	3.6C	CAM
01121977	20: 46: 44.6	13.632	-86.663	19.7	11	0.6	3.3C	CAM
12121977	6: 46: 51.3	13.503	-86.626	3.2	6	0.3	3.0C	CAM
04121978	2: 8: 48.9	13.049	-86.685	13	6	0.2	2.2C	CAM

31051978	0: 40: 14.3	13.532	-86.713	35.4	11	5	2.9C	CAM
23061978	1: 25: 22.2	13.789	-86.069	0.9	11	0.6	3.5C	CAM
11071978	11: 20: 24.7	13.014	-86.892	22.3	5	21.4	1.8C	CAM
13081978	11: 14: 35.4	13.451	-86.659	18.4	14	0.2	3.8C	CAM
18081978	0: 37: 31.9	13.158	-86.31	15.5	9	0.2	2.8C	CAM
01011979	8: 7: 11.9	13.345	-86.661	14.2	9	0.6	3.0C	CAM
15041979	4: 24: 43.7	13.347	-86.693	4.1	9	0.8	2.8C	CAM
06061979	6: 36: 46.8	13.917	-86.754	11.4	6	2.4	3.5C	CAM
05111979	11: 14: 21.4	13.066	-86.646	20	6	99.9	3.3C	CAM
30111979	6: 53: 32.8	13.835	-86.507	0	8	1.1	3.1C	CAM
08031980	19: 46: 28.4	13.263	-86.439	13.1	9	13.8	2.9C	CAM
17041980	16: 57: 46.1	13.435	-86.505	48.2	5	2	2.8C	CAM
30041980	7: 48: 5.8	13.362	-86.609	0	4	0.1	2.5C	CAM
02051980	6: 14: 56.4	13.142	-86.401	7.5	9	0.3	2.6C	CAM
25091980	15: 57: 24	13.834	-86.72	20	4	0.4	3.5C	CAM
09111993	10: 57: 28.2	13.709	-86.554	29.9s	2	0.3	3.7C	NIC
20081993	18: 9: 35.3	13.597	-86.66	10.1S	3	0	3.3C	NIC
20081993	18: 9: 36.5	13.434	-86.677	5.4S	3	0.3	3.2C	NIC

Tesis monográfica: Sismicidad como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad de terrenos en el municipio de Somoto

21081993	11: 10: 34.7	13.009	-86.784	4.9S	3	0	3.4C	NIC
11091993	3: 2: 0.5	13.711	-86.662	0S	4	0.3	4.1C	NIC
12091993	19: 43: 23.5	13.216	-86.612	7.3S	5	0.5	3.4C	NIC
12091993	19: 43: 23.5	13.216	-86.612	7.3S	5	0.5	3.4C	NIC
24091993	16: 50: 27	13.635	-86.578	0	3	0.1	3.8C	NIC
15101993	8: 24: 20.4	13.228	-86.079	15	4	0.9	2.8C	NIC
15101993	8: 24: 20.4	13.228	-86.079	15	4	0.9	2.8C	NIC
25101993	19: 43: 41.7	13.373	-86.742	4.8	3	0.5	2.9C	NIC
25101993	19: 43: 41.7	13.373	-86.742	4.8	3	0.5	2.9C	NIC
19111993	17: 36: 49.3	13.436	-86.984	35			3.4C	NIC
22111993	0: 9: 35.1	13.519	-86.076	15	7	3.4		
22111993	21: 47: 6.8	13.406	-86.997	35			3.3C	NIC
24111993	23: 46: 39.8	13.354	-86.857	34.4			2.7C	NIC
27111993	20: 44: 4	13.241	-86.69	31.4			2.9C	NIC
20121993	6: 36: 59.8	13.484	-86.582	0	3	0.4	3.5C	NIC
16031994	10: 44: 49.3	13.926	-86.703	3.9S	7	0.5	3.6C	NIC
30041994	10: 3: 39.2	13.364	-86.031	0	6	1.5	4C	NIC
23071994	12: 54: 59	13.593	-86.752	18.5S	6	0.5	3.5C	NIC

Tesis monográfica: Sismicidad como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad de terrenos en el municipio de Somoto

06081994	19: 55: 14.4	13.825	-86.704	8.0S	3	0.5	3.5C	NIC
13081994	17: 54: 56.8	13.502	-86.63	2.1S	7	0.3	3.5C	NIC
22081994	18: 2: 5.6	13.498	-86.663	5.2S	3	0.5	3.3C	NIC
300919949:	49: 25.5	13.021	-86.074	6.1S	3	0.7	3.0C	NIC
06121994	23: 32: 50.6	13.555	-86.588	9.4S	6	0.6	3.1C	NIC
09121994	16: 39: 46.9	13.526	-86.595	0.0S	5	0.5	3.6C	NIC
12121994	23: 12: 24.9	13.94	-86.053	30.0S	4	0.2	3.5C	NIC
13121994	12: 12: 50.9	13.472	-86.634	0.3S	8	0.4	3.4C	NIC
13121994	18: 53: 25.7	13.608	-86.616	16.6S	3	0.3	3.1C	NIC
13121994	23: 30: 14.2	13.439	-86.634	0.3S	5	0.2	2.9C	NIC
28121994	12: 5: 34.1	13.506	-86.651	2.4S	4	0.4	2.8C	NIC
30121994	23: 22: 2.3	13.616	-86.693	11.8S	5	0.2	3.0L	NIC
120119958:	48: 44.8	13.611	-86.832	11.1S	9	0.5	3.0C	NIC
260119959:	38: 40.1	13.129	-86.426	13.1S	11	0.2	2.3C	NIC
200219952:	42: 34.9	13.147	-86.375	14.2S	4	0.1	2.8C	NIC
11041995	0: 0: 25.1	13.647	-86.319	6.1S	4	0.2	2.6C	NIC
21041995	10: 31: 19.4	13.402	-86.397	6.5S	9	0.5	3.8C	NIC
17051995	16: 2: 24.7	13.166	-86.391	30.0S	4	0.1	3.4C	NIC
18051995	10: 33: 58.2	13.193	-86.883	13.3S	6	0.3	3.7C	NIC
220	3: 13. -	18. 7	0.2	3.4	NIC			

519 22:584 86. 3S C
 95 58. 785
 7

020 8: 13. - 16. 6 0.6 3.4 NIC
 619 14:667 86. 6S C
 95 58. 478
 2

220 10: 13. - 12. 4 0.2 2.9 NIC
 619 52:391 86. 3S C
 95 45. 623
 8

200 16: 13. - 2.3 8 0.1 3.5 NIC
 119 53:155 86. S C
 96 59. 431
 5

200 21: 13. - 3.8 10 0.2 3.7 NIC
 119 41:159 86. S C
 96 22. 437
 7

210 13: 13. - 3.2 7 0.1 3.2 NIC
 119 20:147 86. S C
 96 39. 433
 8

220 19: 13. - 7.7 6 0.4 3.1 NIC
 119 0:178 86. S C
 96 1.7 407

280 15: 13. - 1.0 5 0.2 3.1 NIC
 119 39:167 86. S C
 96 7.7 402

040 2: 13. - 4.6 9 0.4 3.4 NIC
 619 31:541 86. S C
 96 27. 276
 4

290 1: 13. - 2.6 8 0.2 3.0 NIC
 819 1:212 86. S C
 96 54 691

190 2: 13. - 9.7 4 0.3 3.2 NIC
 919 45:344 86. C
 96 5.3 791

230 6: 13. - 8.3 5 0 3.0 NIC
 919 11:073 86. S C
 96 44. 693
 1

251 3: 13. - 13. 3 0.3 2.7 NIC
 019 7:019 86. 9S C
 96 5.1 137

041 22: 13. - 0 4 2

219 0:528 86.
96 13. 511
8

210 11: 13. - 5.0 17 0.7 4.0 NIC
519 23:683 86. F C
97 11. 538
7

220 16: 13. - 5.0 8 0.8 3.5 NIC
519 56:801 86. F C
97 55. 533
8

220 17: 13. - 5.0 7 0.9 3.5 NIC
519 2:811 86. F C
97 53. 559
5

230 12: 13. - 5.0 7 0.9 3.1 NIC
519 33:905 86. F C
97 37. 487
4

270 14: 13. - 5.3 4 0.2 2.2 NIC
519 0: 39 86. C
97 31. 53
5

020 8: 13. - 0.0 9 0.5 3.3 NIC
619 11:618 86. S C
97 33. 521
3

020 8: 13. - 0.0 9 0.7 2.9 NIC
619 24:627 86. S C
97 5.4 51

091 21: 13. - 2.7 8 0.3 3.4 NIC
119 41: 42 86. S C
97 47. 865
6

250 22: 13. - 4.2 8 0.5 2.7 NIC
319 11:074 86. S C
98 48. 55
5

040 8: 13. - 12. 6 0.4 3.4 NIC
719 22:006 86. 2S C
98 52. 515
6

250 8: 13. - 8.4 3 0.1 2.6 NIC
719 38:024 86. S C
98 19. 653
2

041 22: 13. - 0.0 6 0.7 3.5 NIC
119 7:833 86. S C

98 20. 527
8

260 5:13. - 17. 6 0.5 2.9 NIC
319 28:145 86. 7S C
99 45. 699
3

030 4:13. - 14. 6 0.5 3.3 NIC
419 48:203 86. 6S C
99 19 767

030 10:13. - 10. 5 1.4 3.2 NIC
419 50:006 86. 1S C
99 17. 726
3

080 13:13. - 0.0 6 1.8 2.9 NIC
419 42:014 86. S C
99 53. 777
6

110 19:13. - 0.0 8 0.6 2.8 NIC
419 19:602 86. S C
99 19. 494
9

010 8:13. - 16. 11 0.5 3.2 NIC
619 53:907 86. 3S C
99 40. 498
1

130 23:13. - 5.2 8 0.4 2.8 NIC
619 57:276 86. S C
99 30. 648
8

281 13:13. - 13. 3 0 3.0 NIC
019 13:244 86. 9S C
99 19. 259
9

061 13:13. - 6.5 15 0.4 3.4 NIC
119 16:003 86. S C
99 39. 757
7

161 20:13. - 15. 3 0 2.7 NIC
119 13:046 86. 3S C
99 27 956

030 7:13. - 3.4 16 0.1 3.2 NIC
120 37:271 86. S C
00 9.4 257

300 3:13. - 5 3 0.1 2.7 NIC
620 15:686 86. C
00 7.1 92

190 20:13. - 0.5 3 0 3.0 NIC

720 55:153 86. S C
 00 13. 438
 1

200 7: 13. - 2.0 3 0 2.9 NIC
 720 43:027 86. S C
 00 50 581

160 4: 13. - 0.2 10 0.5 2.9 NIC
920 44:485 86. S C
00 30. 644
2

031 0: 13. - 1.1 13 0.5 3.3 NIC
220 40:455 86. S C
00 57 674

131 9: 13. - 6.0 3 0.1 2.5 NIC
 220 40:698 86. S C
 00 53. 864
 3

130 12: 13. - 5.0 33 0.9 4.9 NIC
 620 26:632 86. F L
 01 0.7 044

081 18: 13. - 1.1 7 0.5 3.7 NIC
 020 46: 92 86. C
 01 41. 623
 5

301 16: 13. - 2 3 0.1 2.6 NIC
 020 45:233 86. C
 01 4.1 731

311 18: 13. - 2.1 6 1.3 3.0 NIC
 020 36:036 86. C
 01 49. 841
 6

071 8: 13. - 1.1 17 0.5 3.2 NIC
220 47: 46 86. S C
01 39. 637
1

180 1: 13. - 1.1 12 0.2 3.3 NIC
 120 11:282 86. S C
 02 18. 727
 6

Fuente: Instituto Nacional de Estudios Territoriales INETER / Red Sísmica Local de Nicaragua

El origen de los sismos puede ser explicado a partir de diversas hipótesis. No obstante, la idea más clara y con mayores elementos que la fundamentan se relaciona a la actividad sísmo – tectónica del choque de placas en la zona de subducción de la Placa Cocos por debajo de la Placa Caribe.

El proceso de subducción de la placa Cocos por debajo de la placa Caribe, ocasiona la actividad sísmica y volcánica en el área del Pacífico. La energía sísmica es absorbida en el terreno de la Depresión Nicaragüense (representada por los dos lagos), donde es parcialmente amortiguada (disipada) motivando el reacomodo de los diferentes elementos geoestructurales dentro de este territorio. La energía remanente se transfiere (transmite), posteriormente, hacia otras áreas del país, principalmente a lo largo de zonas con debilidades estructurales.

Es importante hacer mención que el territorio nacional (en particular el Municipio de Somoto) está cruzado por fallas geológicas con direcciones preferenciales NE – SW y NNW – SSE. Consecuentemente, no sólo es la región del Pacífico la que está expuesta a la actividad sísmica. Sin embargo, debido a la cercanía con la zona de choque de placas, es en la región pacífica donde se presenta la más alta cantidad de sismos y de mayor magnitud (o energía liberada).

En la región central y caribe del país se produce un proceso de acumulación de la energía recibida desde la zona de subducción producto del choque de las placas; y la ocurrencia de sismos de diversas magnitud es, entonces, un proceso normal de liberación de esa energía sísmica. Una muestra de esto son los sismos ocurridos en los últimos diez años en la zona de estudio, particularmente el de Mayo/1997 en Dipilto y, más recientemente, en Quilalí en Junio/2001.

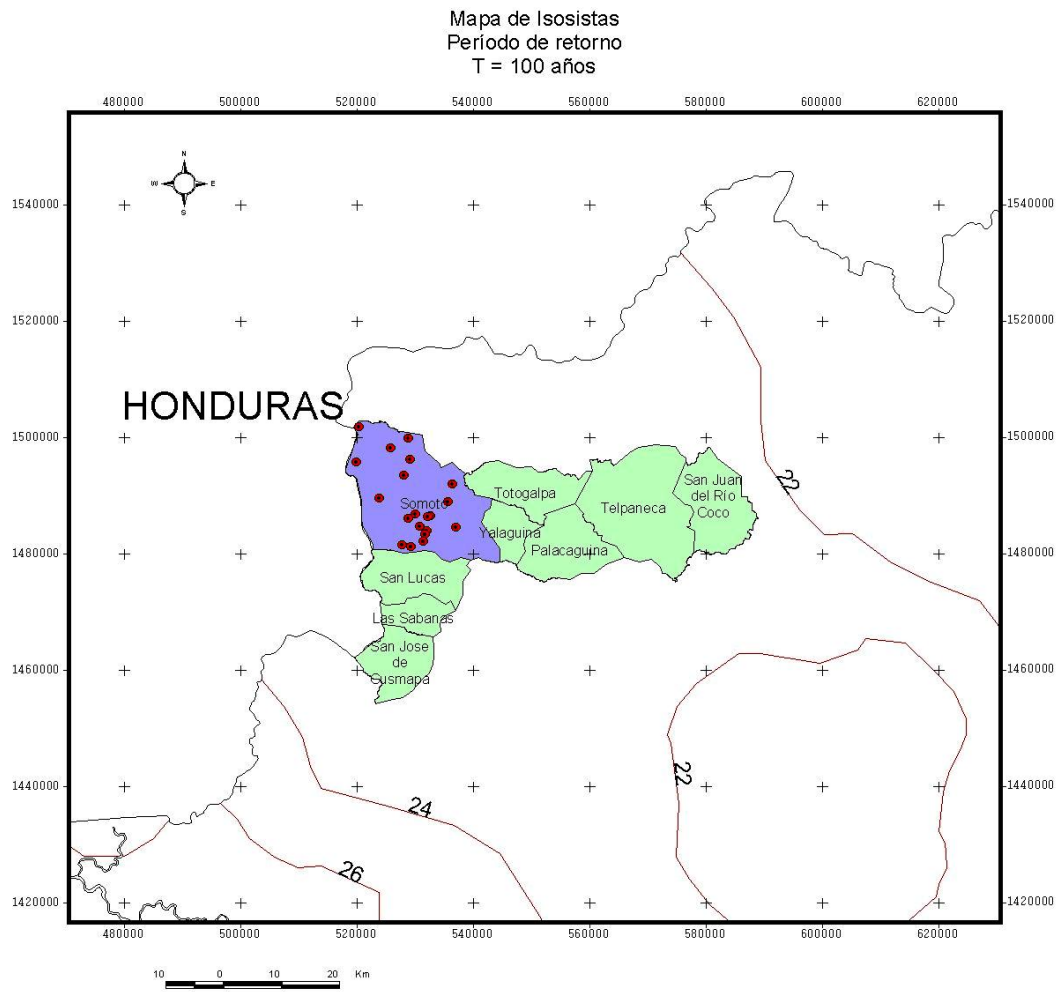


Figura 7.4

- LEYENDA**
- Aceleración sísmica
T = 100 años
 - Área de estudio (Somoto)
 - Madriz
 - Nicaragua

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS
 RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"
 Facultad de Ciencias e Ingeniería



Tesis Monográfica:
 La Sismicidad como factor desencadenante
 a los fenómenos de inestabilidad de terrenos
 en el área de Somoto

Presentada por:
Br. Larasska Valerie O'Connor Chávez
 Para optar al Título de:
Ingeniera Geóloga

VI. GEOLOGÍA LOCAL

6.1 Generalidades

El área de Somoto se encuentra en una zona altamente compleja y heterogénea desde el punto de vista geológico e hidrológico. Esta característica está dada por estar constituida por distintos terrenos geológicos caracterizados por edades, orígenes y litologías diferentes. Una campaña de mapeo en los años '70 dio como resultado el mapa geológico (Figura 6.1)

Una descripción de las diferentes áreas con sus características se menciona a continuación:

» *Los Cedros:* es un valle coluvial en donde también se encuentran estratos aluvionales formando aglomerados de rodados de dacitas y andesitas. Es un terreno plano con pendientes menores de 5%. En el terreno no se observa ninguna grieta en superficie.

En la superficie se presenta un suelo de color pardo areno arcilloso con algo de limo; también se encuentran bolones de rocas andesíticas – dacíticas y riocitas en una matriz arcillosa.

» *El Naranja:* el sitio se encuentra en el pie de monte de un cerro que posiblemente sea un centro volcánico terciario, llamado Cerro Melonar. Se encuentran aflorando rocas andesíticas en el basamento y rocas riocíticas en la parte superior.

El lugar donde se encuentra el centro educativo es un sitio que forma una pequeña terraza aluvial, producto de las deposiciones pretéritas del río Coco. En este sitio se observa una falla de aproximadamente 2 Km de longitud que intercepta el cerro El Melonar y que controla parcialmente el curso del río Coco.

» *La Guayaba:* el sitio lo constituye una pequeña planicie intramontañosa, donde afloran rocas volcánicas basalto andesitas. Los suelos presentes en esta área son residuales cohesivos y la roca del basamento se encuentra meteorizada.

» *Motuse:* el sitio es un valle coluvial del cuaternario reciente, disectado por patrones de drenajes estacionarios, que desembocan a la Quebrada El Horno y al Río Yuri. La zona es un terreno plano sin pendientes.

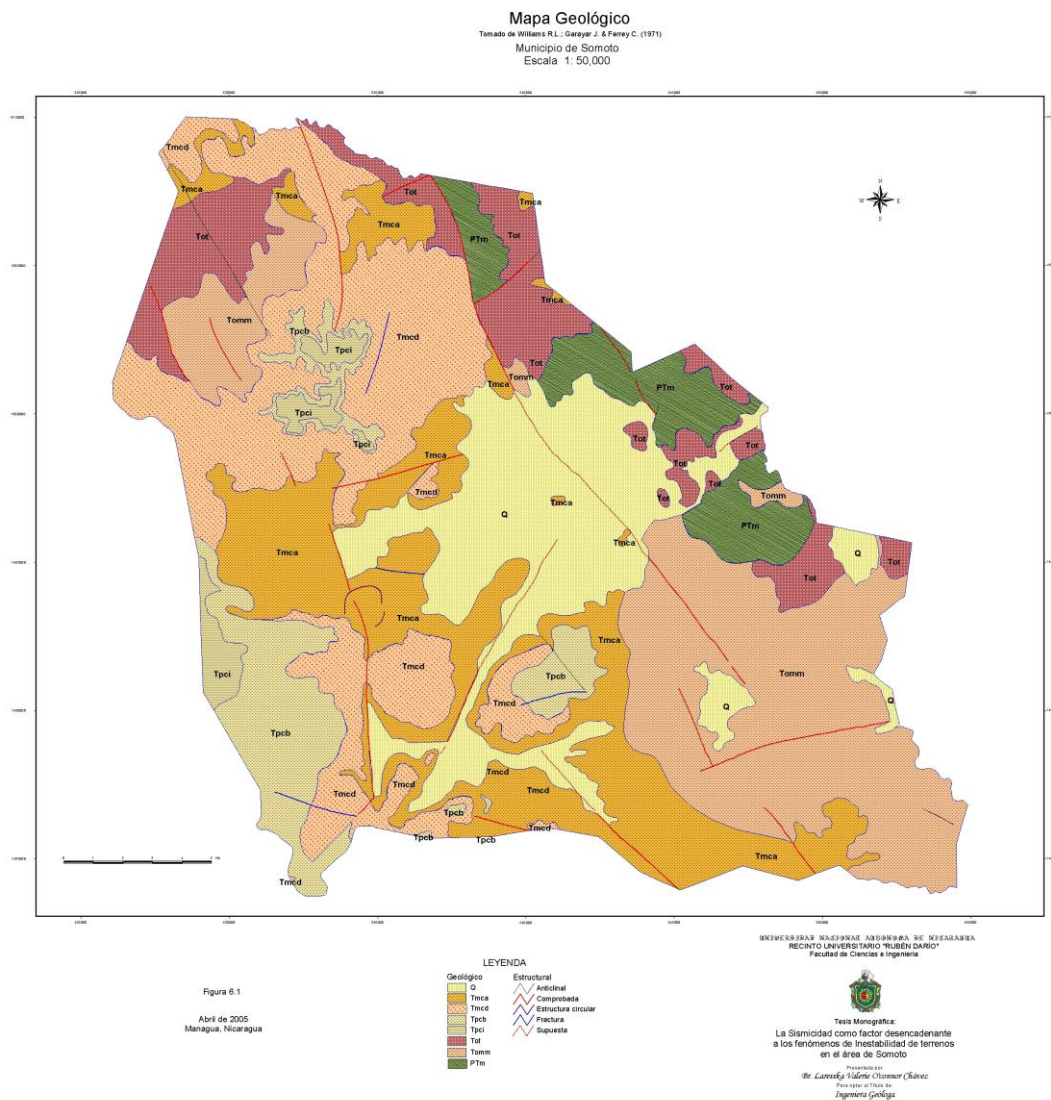


Figura 6.1
Abril de 2005
Managua, Nicaragua

» **Los Copales – Aguas Calientes:** zona de pendientes menores que no sobrepasan el 15%, se forma sobre una terraza aluvial. En la superficie se observa capas de arcillas negra inorgánica con un poco de arena, con presencia de algunos líticos de tobas andesíticas algo alteradas en superficie pero sanas en profundidad. En la parte noreste del terreno afloran rocas andesíticas con alteración esferoidal.

El suelo que constituye la zona es un suelo areno arcilloso, de coloración café claro con fragmentos de roca alterada (probablemente caolín).

» **Icalupe:** en esta zona se presentan esquistos probablemente micáceos, los cuales constituyen las laderas de los cerros y taludes de la carretera. Estos esquistos se presentan de forma plegada y estratificados finamente. Debido al buzamiento de las capas se propicia que en el sitio ocurran derrumbes afectando de forma directa la vía de acceso.

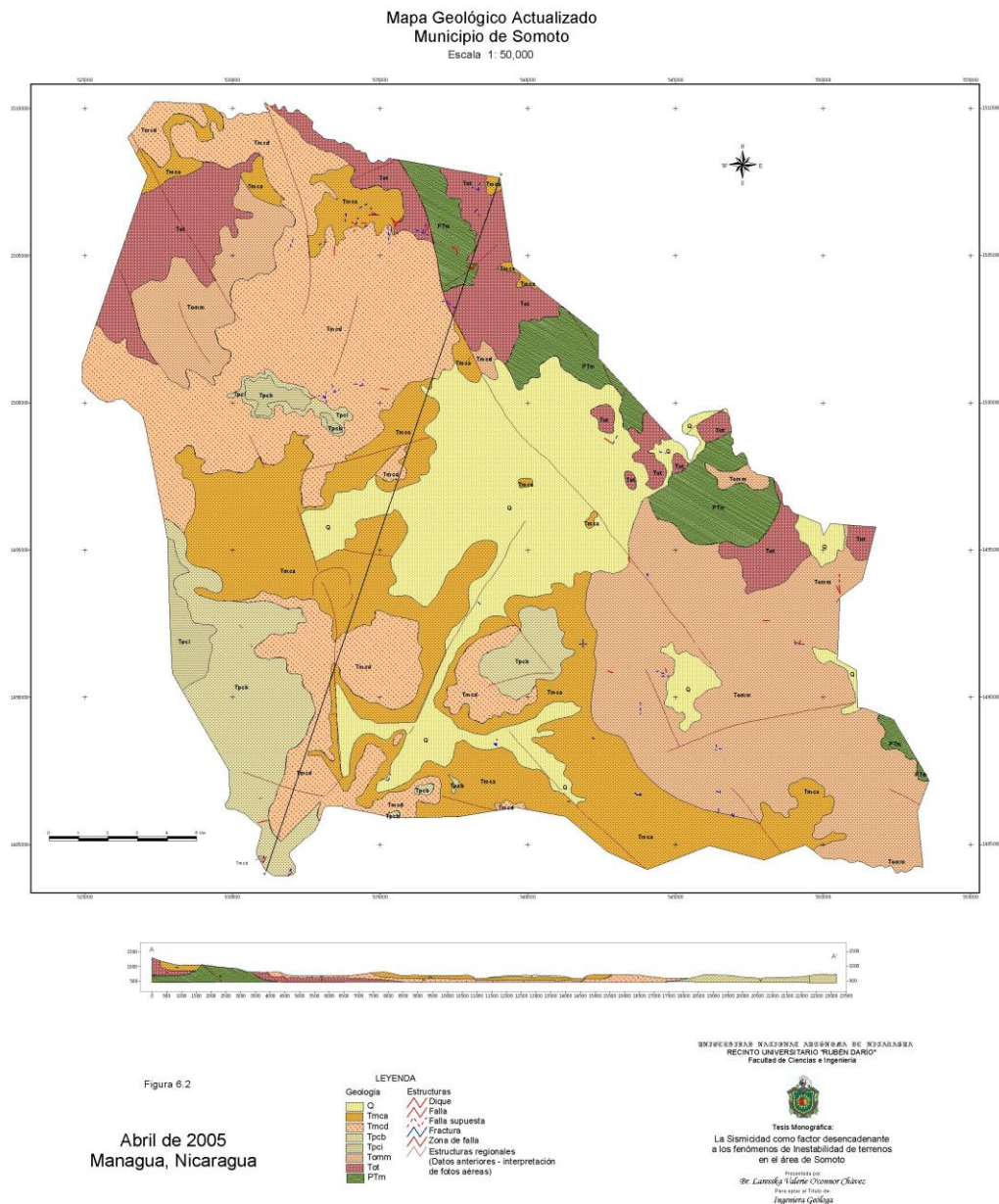
Estos esquistos se observaron en detalle a lo largo del camino hacia Icalupe, en donde la intemperización de estas rocas en el corte del camino se caracteriza por abundancia de óxidos de hierro y en las partes más bajas de los cerros por su descomposición total a una arcilla fina muy plástica.

El esquisto tiene una apariencia micácea, se encuentra finamente laminado y las capas presentan plegamiento en forma de ondulaciones suaves.

» *Casco Urbano Somoto:* Al noroeste del casco urbano de Somoto se presenta un cuerpo intrusivo (dique) el cual tiene forma tabular, se presenta alterado, coloración verdosa oscura – marrón oscuro, compacto, tiene dirección preferencial noroeste, el ancho de este cuerpo varía entre 0.6 m – 3.5 m.

Cerca del extremo SE de este cuerpo se localiza un sistema de fracturas rellenas de arcilla, y una falla del tipo inversa con dirección N - S desplazando bloques masivos de toba andesítica, el desplazamiento es vertical. Tanto la dirección de algunas de las fracturas como la de la falla coinciden, asimismo, la dirección del dique coincide con el sistema de fracturas anteriormente mencionadas.

Como resultado de las actividades de levantamiento de campo se realizó la actualización del Mapa Geológico del Municipio de Somoto (Figura 6.2).



6.2 Estratigrafía

Las unidades de rocas descritas a continuación se presentan en el área de estudio. De la más antigua a la más reciente:

6.2.1 Complejo de Rocas metamórficas del Paleozoico – Mesozoico (PTm)

Representan las unidades de rocas más antiguas de Nicaragua, por lo general dispuestas en dirección Este – Oeste, formando cimas y valles controlados estructuralmente. De cierto modo, son terrenos estables con suelos residuales arcillosos poco potentes.

Las localidades típicas donde aflora esta litología son la ladera oeste del Cerro Marimacho, Cuchilla El Bonete y Rodeo Grande, todos localizados en el sector Este del área de estudio.

Durante las actividades de campo encontramos que esta litología se presenta en el camino de Somoto a Icalupe, en las laderas del Cerro El Horno.



Las rocas metamórficas están representadas principalmente por filitas y en menor proporción por esquistos micáceos.

La Foto 6.1 (Coordenadas: 537342 E – 1505374 N) muestra un corte típico de la pared oeste del camino a Icalupe, donde las filitas se encuentran con intercalaciones de sílice.

El plegamiento intenso inicial se muestra volcado hacia el Noroeste (lado izquierdo de la foto); la parte blanquecina en la foto indica la presencia de la silicificación.

De acuerdo a la distribución de las rocas metamórficas presentes en el área de estudio parece ser que el sector este del área de Somoto constituye el límite occidental del metamorfismo regional del norte de Nicaragua.

En el camino de San José hacia Las Mesas de Alcayán (ladera sur del Cerro El Horno) se observan afloramientos de filitas color rosáceo a violeta (Foto 6.2). La parte superior se encuentra fuertemente alterada por intemperismo (tomando color café claro), formando un suelo orgánico de color oscuro de unos 15 cm de espesor.

En el camino a Icalupe se pueden encontrar una gran cantidad de procesos de inestabilidad de terrenos (los cuales son descritos más adelante) asociados a esta unidad estratigráfica.

Sin embargo, estimamos que éstos se correlacionan a la presencia de los suelos desarrollados sobre los esquistos alterados. Cuando éstos se encuentran en estado fresco (sin intemperización), esta litología



conforma terrenos relativamente estables.

6.2.2 Ignimbritas (Tpci)

Son ignimbritas de Edad Terciaria (Terciario Plioceno Coyol Intrusivo, Tpci) que ocurren en zonas relativamente elevadas en la parte norte y este del Municipio de Somoto y genéticamente se asocian a la actividad magmática que originó las rocas del Grupo Coyol. Por lo general, se encuentran meteorizados en zonas de intenso fracturamiento con orientación preferencial nor – noreste y noreste, dando lugar a potentes suelos inestables sujetos a procesos de erosión – sedimentación.

De acuerdo al mapa elaborado por Garayar et al (1971) las elevaciones de Montaña El Horno, Portillo Hondo y Cerro Plan Verde son los sitios representativos de esta estratigrafía (Figura 6.1). Esto no pudo identificarse en el campo por razones de inaccesibilidad.

En la zona de estudio se identificaron las rocas asociadas a esta unidad en el sector de El Boquerón, Fila El Alto, Cerro Nacascolo y El Cornizuelo. Las paredes del cauce del río Tapacalí, cercano a Los Corralillos se presentan ignimbritas de composición dacítica a riolítica de color blancuzco.

La Foto 6.3 muestra el dique que atraviesa la carretera a Somoto (a la altura del km 212).



Foto 6.3.

Coordenadas:

549245 E – 1491788 N

En la parte media de la foto se puede observar un cuerpo intrusivo de forma tabular (dique), espesor de 1.8 m, rumbo preferencial N58°W y buzamiento vertical, de color marrón oscuro producto del intemperismo sobre el dique.

La litología de la roca a la cual se encuentra intruyendo es andesita (Tmca) silicificada y se encuentra intensamente fracturada, coloración blanquecina amarillenta oscura con algunos parches de oxidación.

6.2.3 Rocas Terciarias Volcánicas

Abarcan más de las 2/3 partes del Municipio de Somoto. Incluyen a las rocas del Grupo Matagalpa (Tomm) del Terciario Temprano al Medio característico de un ambiente de arco de isla, y a rocas del Grupo Coyol (Tmca, Tmcd y Tmcb) del Terciario Medio al Tardío característico de un ambiente de margen continental activa.

La estabilidad de las áreas cubiertas por estas unidades de rocas va a depender de factores tales como la presencia de sistemas de fallas y fracturas que favorecen la meteorización, lo que asociado a terrenos de pendientes moderadas a fuertes inducen a la ocurrencia de deslizamientos de tierra, procesos predominantes en las áreas del Municipio de Somoto y sus alrededores.

» Grupo Matagalpa (Tomm)

El Grupo Matagalpa se caracteriza por rocas volcánicas de composición y ocurrencias diferentes (lavas y piroclastos basáltico – andesítico - dacíticos).

La distribución de estos materiales cubre, aproximadamente, el 25% de la superficie del municipio de Somoto. Principalmente en el sector sureste (casco urbano, las elevaciones que definen los valles Santa Teresa, Santa Isabel y Cacaúl) y en la parte noroeste (Yaraje y La Germania).

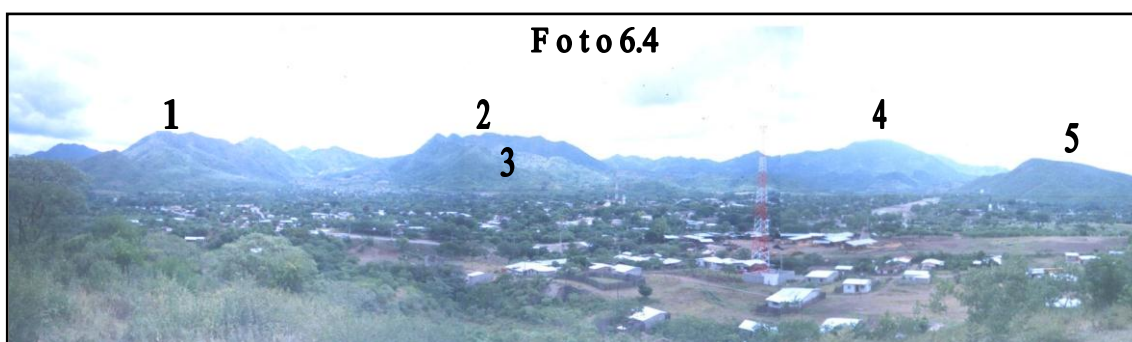


Foto 6.4. Vista panorámica de Somoto. Las elevaciones se corresponden a antiguos aparatos volcánicos desarrollados durante el terciario y que dieron lugar a las rocas volcánicas asociadas al Grupo Matagalpa.

1. Cerros Malacate y La Guayaba.
2. Cerro Volcán de Somoto.
3. Cerro Picudo
4. Cerro Maculaya
5. Loma Santa Isabel

Foto 6.5 (Coordenadas:
543736 E – 1486664 N)
Lugar: Valle Santa Isabel

La foto fue tomada en una quebrada con dirección NW – SE, cuyo basamento es andesita masiva fracturada. Debido a encontrarse poco alterada (fresca) la coloración es grisácea azul oscuro.



Estratigráficamente estas rocas se asocian al Grupo Matagalpa (Tomm). Se observaron fracturas con dirección N40W, N82E, N55E, N45W; buzan 80° al sur. La mayoría de las fracturas están rellenas de sílice.

En la sección dedicada a la descripción y análisis de los fenómenos de inestabilidad se menciona el comportamiento de esta unidad ante dichos procesos (Foto 7.14 a y b)

La parte superior se corresponde a una zona de roca meteorizada, de ahí que esta sección tenga un comportamiento del tipo de deslizamiento. El basamento, constituido por rocas relativamente frescas, muy fracturadas, actúa en forma de derrumbe.

» Grupo Coyol

Estos materiales ocupan el 45 % del municipio de Somoto. Lo constituyen andesitas, dacitas, basaltos e intrusivos.

En los cerros de los alrededores de la comunidad de Icalupe hacia la parte noroeste se distribuyen principalmente las dacitas, se presentan en forma rocosa masiva.

■ **Terciario Medio Coyol Andesitas (Tmca)**

Las andesitas (Tmca) cubren la parte sur y centro oeste del municipio de Somoto. En el sector sur se extienden en una franja con dirección este – oeste (Portillo de la Cruz hasta las proximidades de la Comunidad Hermanos Martínez).

Hacia el centro oeste del municipio, las andesitas forman un arco con la parte convexa en dirección oeste; definido por las localidades de El Horno (sureste), Los Carranzas (centro oeste) y Cerro El Caballo (noreste).

En general, en el campo estas rocas se observaron intensamente meteorizadas y afectadas por fracturamiento, también se presentaban con meteorización esferoidal sobre todo las que se encuentran aflorando en los cortes de la carretera que va desde Somoto hacia la Frontera El Espino. La coloración varía de ocre gris oscura a gris verdusca.

Un interesante afloramiento de andesita se encuentra localizado en las coordenadas 542489 E – 1498490 N, en el Km 234 ½ Somoto – El Espino. En la parte central del cerro se presenta una zona de alteración hidrotermal produciendo de esta forma diversas coloraciones de la alteración de la roca, en esta sector la roca se encuentra muy fracturada (Foto 7.9)



Andesitas de color gris oscuro. El sitio se localiza en el camino a El Naranja (542887 E – 1490840 N). La parte inferior del corte está constituido por aglomerado andesítico, representado por clastos subredondeados dentro de una matriz fina.

Terciario Medio Coyol Dacitas (Tmcd)

Durante el Terciario el vulcanismo asociado al Coyol también produjo material de composición dacítica, evidenciando (probablemente) una evolución magmática en dirección norte.

A esta litología se corresponden, fundamentalmente, productos piroclásticos (tobas) y lavas, en menor proporción.

La distribución superficial de Tmcd es bastante amplia, cubriendo el sector occidental del municipio de Somoto. En la región sur se extiende en forma alargada con dirección norte – sur, desde el Cerro Los Potrerillos hasta la Fila El Alto.

Hacia el norte las dacitas cubren las elevaciones existentes al oeste de Icalupe (Cerro Los Picachos, Mesa Los Anicillos, Cerro La Lumbrera, Cerro La Bandera y Plan Verde).

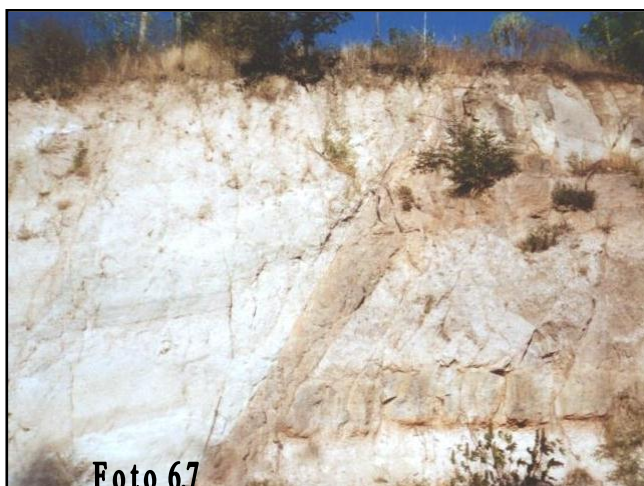


Foto 6.7.
Coordenadas:
531049 E – 1484406 N

Carretera Somoto – El Espino. Aquí se encuentran tobas dacíticas de color blanquecino (Tmcd).

El sitio está fuera del municipio de Somoto. Sin embargo, se realizó el mapeo ya que éste se localiza en la margen noreste de la carretera panamericana, una importante vía de comunicación internacional. Esto evidencia que la unidad Tmcd se extiende hacia el sur, más allá del área estudiada.

Hacia el norte, cercano a El Boquerón (Coordenadas: 532780 E – 1489785 N), se encuentra una prolongada estructura lineal (dirección norte – sur) que está siendo definido por lavas y tobas riódacíticas (Tmcd) masivas de color violeta claro, presenta textura fluidal y vesicular. La Foto 7.3 representa la litología y características geomorfológicas que este tipo de rocas conforma en este sitio.

Este tipo de litología conforma elevaciones de pendientes abruptas, aproximadamente 36° de inclinación de la ladera oriental, llegando hasta 60° en la pared sur.

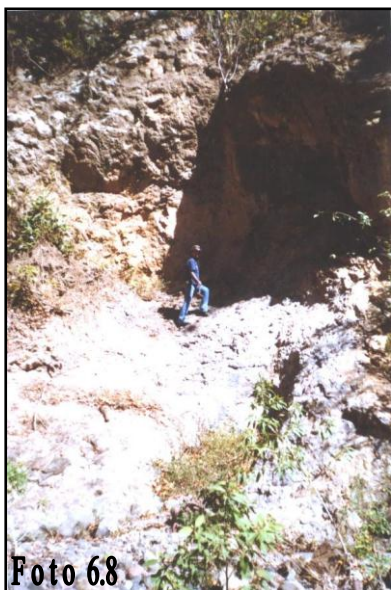


Foto 6.8
Coordenadas: 530345 E – 1494798 N
Lugar: Cerro El Colorado, ladera noreste.

Todo el cerro es de composición dacítica (**Tmcd**). Se observa abundante material caído de la parte superior del corte. El afloramiento está en el margen noroeste de la quebrada (N85°W), coloración blanquecina. La parte externa de la roca se presenta meteorizada y se observa una coloración oscura; mientras que la parte interna de la roca es de coloración púrpura. Textura fluidal.

Terciario Plioceno Coyol Basaltos (Tmcb)

Se distribuye principalmente en la parte sur centro – oeste del área investigada. Durante el levantamiento de campo no se encontraron evidencias de la presencia de esta litología. Sin embargo, considerando que en la zona cercana a la Aduana del Espino se presentan rocas de composición basalto – andesíticas, es posible que éstas se localicen en los sitios definidos por Garayar et al (1971).

Probablemente esta unidad litoestratigráfica constituya el registro del inicio de la actividad volcánica asociada al Grupo Coyol Inferior.

6.2.4 Rocas Terciarias Conglomerados Rojos

La localidad típica para estos depósitos es Totogalpa y, consecuentemente, se le ha dado el nombre de Formación Totogalpa, de edad Oligoceno (Tot).

Estos materiales constituyen depósitos poco comunes en Nicaragua ya que representan un ambiente de sedimentación continental. Los bloques conglomerados tienen diversos orígenes, siendo principalmente asociados a actividades volcánicas. Los tamaños de los fragmentos varían desde unos pocos decímetros hasta alcanzar casi medio metro de diámetro.

Es decir, los materiales primarios probablemente sean asociados al vulcanismo que dio origen a las rocas del Grupo Matagalpa. Cuando estos bloques o clastos se encuentran aislados es posible asociarlos a rocas volcánicas del Grupo Matagalpa o a las del Grupo Coyol, acarreado a un error en el mapeo de las unidades litoestratigráficas (Foto 6.9).

Sobreyacen de manera localizada a unidades de rocas del Complejo Metamórfico y del Terciario Volcánico. Constituyen por lo general terrenos bastantes estables, puesto que se encuentran bien cementadas y silicificadas.

En la región de estudio estos depósitos fueron identificados en Las Limas, Los Macuelizos, el sector noreste del Cerro Los Picachos y en la frontera noroeste del municipio de Somoto (este último de acuerdo al mapa de Garayar et al, 1971).

Por otro lado, los conglomerados están cementados por una matriz areno – arcillosa, producto de la desagregación, resquebrajamiento, de las vetillas de sílice y de la meteorización de las rocas volcánicas. La coloración rojiza proviene de la alteración de los minerales ferro – magnesianos.

Foto 6.9 (Coordenadas: 530120 E – 1507881 N)

Lugar: Las Quebradas.

En la foto se observan bloques de roca volcánica de composición dacítica, xenolitos, asociados a la Formación Totogalpa. La roca encajante es una toba de composición félsica (dacita).

Los bloques son angulosos y, como se observa en la foto, pueden medir desde 20 cm hasta casi medio metro.



6.2.5 Depósitos Cuaternarios

La presencia de estos depósitos se da como producto de la combinación de procesos tectónicos, meteorización y erosión – sedimentación.

Esta unidad estratigráfica está constituida por suelos residuales, coluviales y aluviales.

Estos depósitos se encuentran distribuidos principalmente en la parte central del municipio, correspondiente a la llanura de inundación de las cuencas de los ríos Coco, Tapascalí, Yari e Inalí.

▣ Cuaternario Residual (Qr)

Los depósitos cuaternarios residuales (Qr) tienen características muy variadas en dependencia directa de los materiales que los originan.

En las áreas donde la litología predominante es volcánica andesítica (Tmca y Tomm), los suelos desarrollados son vertisoles (sonsocuites) de granulometría fina, de color oscuro. Estos suelos son poco potentes. De manera general sobre estos suelos se producen fenómenos de inestabilidad del tipo “Cáscara de naranja o Caminos de vaca”. Los sitios donde están expuestos estos depósitos son principalmente en los llanos Limpio, Las Aceitunas, Cuchilla Larga y al este del casco urbano de Somoto.

Suelos residuales originados sobre dacitas (Tmcd) se caracterizan por poseer mayores cantidades de sílice, proporcionando una textura areno – arcillosa, la coloración es gris oscura. Sobre estos suelos se desarrollan fundamentalmente procesos de inestabilidad del tipo Flujos de detritos y flujos de lodo, en dependencia del contenido de arcilla o arena; así como de la cantidad de agua involucrada en estos fenómenos.

Los suelos evolucionados de la meteorización de depósitos de la Formación Totogalpa se caracterizan por la presencia de abundantes fragmentos de sílice y coloración rojiza, esto se manifiesta en el camino que comunica las comunidades de Las Cuchillas con Las Quebradas.

La alteración de las rocas metamórficas da lugar a la formación de suelos arcillosos de color oscuro, que pueden reconocerse en el campo (cuando se realizan cortes verticales) por presentar una textura estratificada fina.

■ Cuaternario Aluvial (Qal)

Estos depósitos tienen una amplia distribución a lo largo de los cauces de drenaje de ríos y quebradas. Debido a la escala de trabajo, aquí también se incluye el material coluvial expuesto en el área de estudio.

El material aluvial también sirve para determinar las variaciones del régimen hídrico de las cuencas de drenaje, esto se manifiesta por la granulometría de los fragmentos depositados. Así cuando las corrientes aluviales tienen mayor energía cinética poseen, de manera intrínseca, más poder de transporte, tal como se muestra en la Foto 6.10.



Foto 6.10. Coordenadas: 538182 E – 1499840.

Lugar: Intersección de Quebrada San José – Camino a Icalupe (pared norte)

Corte compuesto en su parte superior por suelo residual “Qr” (1.10 m de espesor), éste sobre yace un depósito aglomerádico aluvial “Qal” (2.2 m de

espesor) dentro de una matriz arcillo – arenosa alterada con fragmentos de cuarzo y bloques lávicos (andesitas y riolacitas). En la parte basal del corte se presenta una capa de suelo fósil (Sf)

El registro de los depósitos aluviales desarrollados por el río Coco, expuestos en la pared NW (Foto 7.18), hasta llegar a los materiales acumulados por la Quebrada San José, indica que ha habido períodos de intensa erosión representado por fragmentos de hasta 30 cm de diámetro. Pero también se encuentran intercalaciones de capas de limo y arena fina (evidenciando fases con bajo poder erosivo).

En la planicie de inundación del río Coco, el cauce de éste se ha ensanchado producto de la acción erosiva lateral, extendiendo su planicie de inundación. Además de esto, la distribución de los depósitos sedimentarios indican los diferentes cauces que este río ha utilizado a lo largo de su actividad. Es decir, marca su migración.

6.3 Fallas y fracturas

Desde el punto de vista geoestructural, en el área de estudio se presenta un sistema de fallamiento con dirección preferencial Noreste – Suroeste y Noroeste - Sureste. Esta condición determina en el área de Somoto una forma geoestructural elongada con el eje mayor orientado de Noreste – Suroeste y paredes inclinadas en las laderas noroeste y sureste (Figura 6.3).

El fallamiento NE – SW mencionado anteriormente determina el patrón de drenaje principal de Somoto. De forma general las fallas con dirección preferencial NE – SW parecen ser las más antiguas ya que ellas se encuentran siendo desplazadas por las fallas NW – SE.

A continuación se describen los sitios más relevantes donde se identificaron fallas en el área estudiada.

En la pared noroeste del río Coco se observó la presencia de una falla con un desplazamiento vertical de 10 cm (sobre el plano de falla) y dirección N40°W (Foto 7.18). De forma paralela y a aproximadamente 5 metros hacia el este se encuentra una serie de fracturas con la misma dirección. En total se observa una zona de perturbación estructural (fallamiento) de casi quince (15) metros de ancho (Coordenadas 538398 E – 1493158 N).

Otro sector afectado por fallas geológicas se localiza cercano a la Loma El Coyote en la pared sur del corte del camino que va hasta la comunidad El Melonar, aquí se observan desplazamientos mayores (aproximadamente 20 – 30 cm) en los estratos de toba andesítica, el afloramiento está localizado en las coordenadas 542887 E y 1490840 N (Foto 6.11).



Foto 6.11. Coordenadas: 542887 E – 1490840 N

Pared sur. Secuencia de fallas normales (líneas rojas) formando pilares estructurales (Horst) y bloques hundidos (Graben). La litología señalada por las líneas negras está representada por capas de tobas color verde pálido, cubiertos por depósitos piroclásticos. En la parte inferior del corte se observan aglomerados volcánicos con espesor mínimo de 1.5 m. Toda la secuencia litológica es de composición andesítica y se asocia a la Formación Tmca.

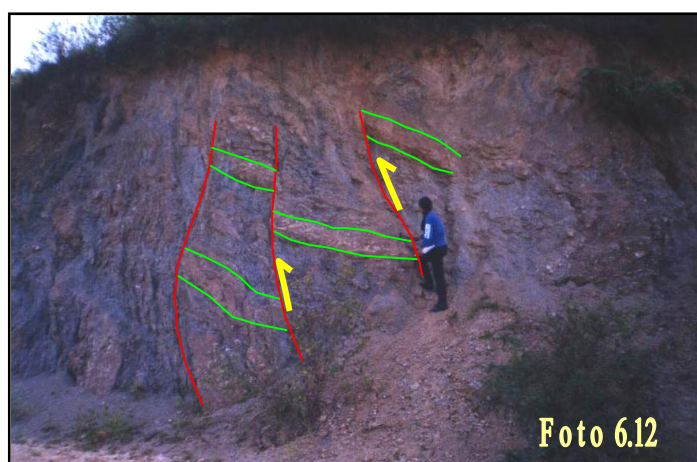
Los polígonos señalan zonas de fallas, con rellenos de material arcilloso. Esto probablemente se deba a la intemperización de las milonitas.

En la evolución geotectónica del área, los esfuerzos estructurales se desarrollaron en un ambiente compresivo que produjo la formación, plegamiento, volcadura y dislocación de los esquistos.

Lo anterior se manifiesta en la Foto 6.12 que muestra el movimiento relativo de los bloques fallados.

Foto 6.12 Coordenadas:
537342 E – 1505374 N
Lugar: Camino a Icalupe

En la foto se puede observar el fallamiento de tipo inverso desarrollado en los esquistos (PTm), el desplazamiento vertical de las capas es de 40 cm, aproximadamente. En esta zona se han presentado abundantes procesos



erosivos de tal forma que el material que se desprende del corte afecta de manera directa la vía de acceso.

Una característica bien marcada en los depósitos rocosos es el fracturamiento. Sin embargo, las difíciles condiciones de acceso debido a lo escarpado de

algunas de las paredes de los cerros en los alrededores de la comunidad de Icalupe (que hacían inseguro el trabajo de campo) impidieron realizar una mejor tarea de reconocimiento geológico – estructural.

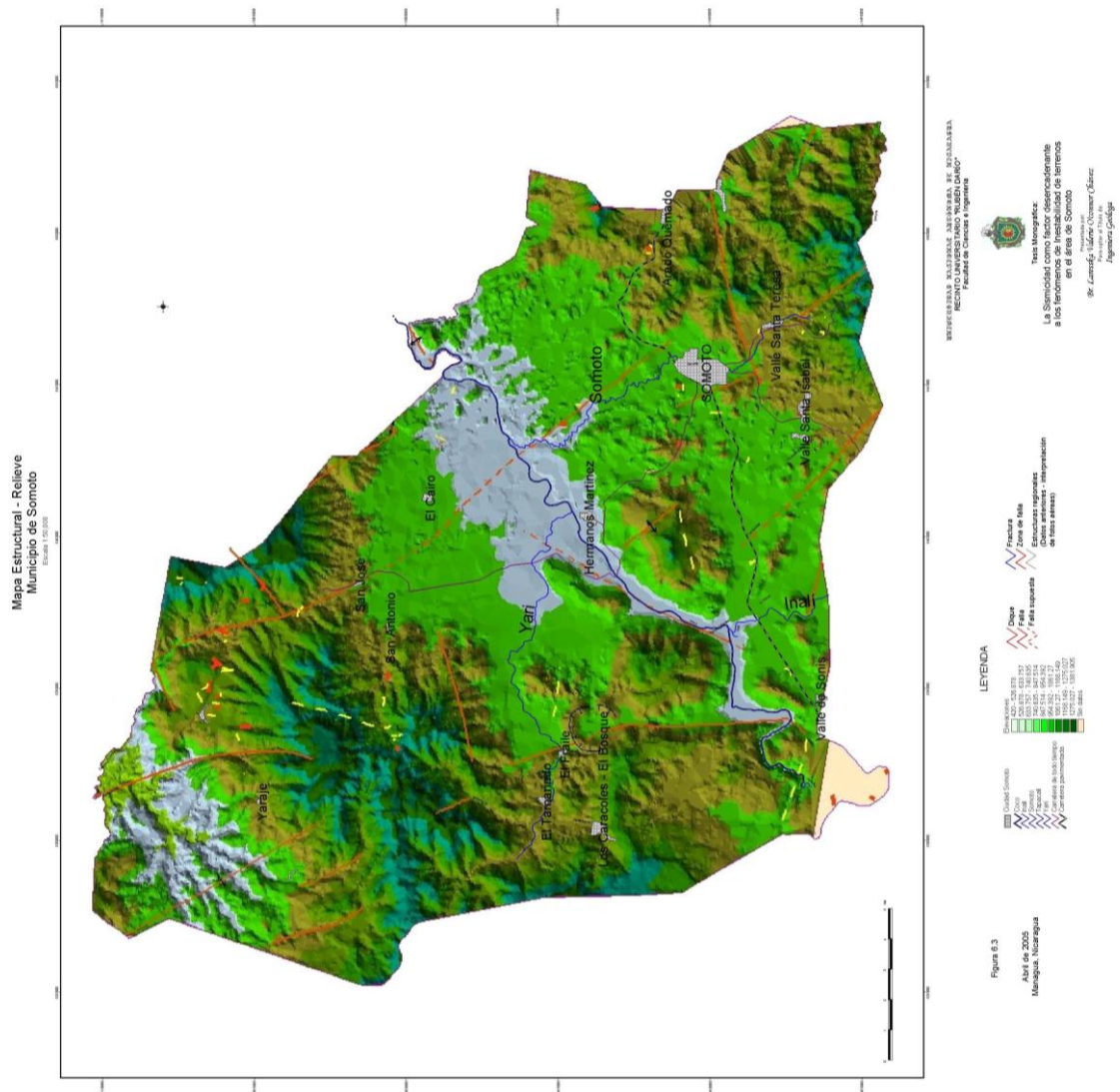
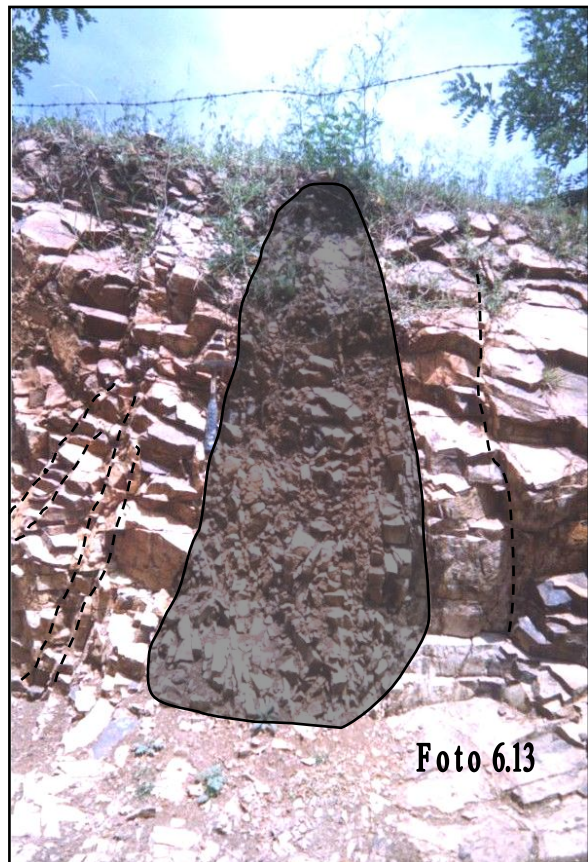


Foto 6.13. Coordenadas: 544710 E – 1490841 N
Lugar: Periferia de Somoto.

Este corte se encuentra en la parte posterior de una vivienda en el suburbio de Somoto. El intenso proceso de esfuerzos estructurales produjo el fallamiento sobre las andesitas o basalto – andesitas (Tmca). La dirección preferencial de la zona de falla es N16°W, con buzamiento 75° WSW. El ancho de la zona de cizalla es 0.6 m. Las rocas se fracturan a lo largo de los planos fluidales.

Por otro lado, las lavas presentan laminación indicando los diferentes flujos que la conforman. Estas capas tienen dirección predominante N66°E y buzamiento 34° al SE.



Los últimos sismos de magnitud importante o que podrían causar daños a la infraestructura o pérdidas humanas, ocurrieron durante el año 1952. En este tiempo, según el relato de las personas más longevas, muchas paredes se agrietaron y los techos se derrumbaron. Esta actividad sísmica duró unos meses. Lamentablemente no se tienen registros de la misma.

Durante la etapa de campo se evidenció, en el tramo de carretera Somoto – El Espino (en un corte de aproximadamente 150 m de longitud) una serie de fallas, una de las cuales afecta (aparentemente) el suelo moderno. Este constituye el sitio donde probablemente se haya manifestado en superficie la actividad sísmica ocurrida en los años '50.

En la siguiente página se hace la descripción del corte correspondiente, composición fotográfica (Foto 6.14).



Foto 6.15
Sitio: Cerro Marimacho
Coordenadas:
538212 E – 1506477 N.

La foto muestra un afloramiento conformado por una secuencia toba riolítica - aluvial (con fragmentos bien redondeados) – toba riolítica.

Se presenta fractura con dirección N45°E y buzamiento 54 ° al sureste.

Este afloramiento se encuentra a 1188 m de altura (diferencia de 338 m con relación al nivel topográfico actual de los depósitos aluviales cuaternarios). Esto evidencia la fuerte actividad tectónica que se desarrolló en esta área.

La línea roja indica el desplazamiento relativo de la capa aluvial (0.5 m).

Esta misma situación se observa en las proximidades del caserío de Mesas de Alcayán. Se asume que posiblemente este depósito haya sido desplazado debido a los mismos esfuerzos tectónicos.

Estos depósitos aluviales constituidos por guijarros dentro de una matriz arenosa, intercalados dentro de una secuencia de tobas ignimbríticas se encontraron a una altura de 960 m, aproximadamente.

Foto 6.16 Sitio: Mesas de Alcayán
Coordenadas: 542560 E – 1503959 N

Este punto se encuentra fuera del área de estudio. Sin embargo, se utiliza de ejemplo para mostrar la dinámica regional de los esfuerzos estructurales.



6.4 Breve descripción de la Evolución Geológica

Como resultado de los trabajos de campo, del análisis de los datos precedentes y de los materiales geológicos disponibles se presenta la siguiente propuesta de la Evolución Geológica del área de estudio.

La fase orogénica desarrollada durante el Mesozoico tardío e inicios del Terciario provocó el levantamiento de la cuenca de sedimentación pre – existente y el plegamiento de los sedimentos (fundamentalmente lutitas), dando lugar a la formación de los esquistos y filitas.

La evidencia de la evolución geológica del terreno somoteño indica que las rocas más antiguas se encuentran hacia el este, representado por los esquistos y filitas del metamorfismo regional y, posteriormente denominado “Esquistos de Nueva Segovia (PTm)”.

A los eventos antes mencionados sucedió el vulcanismo terciario el cual se desarrolló cubriendo parcialmente estos depósitos (PTm) y, de acuerdo a las características petrográficas de los materiales encontrados, este vulcanismo se caracteriza por un quimismo intermedio, representado por andesitas y dacitas.

Los productos más comunes son piroclásticos (tobas e ignimbritas).

Durante el Terciario ciertos sectores presentaron calmas relativamente prolongadas, lo que propició la acumulación de depósitos sedimentarios representados por los conglomerados rojos de la Formación Totogalpa.

Estos procesos tectónicos produjeron el desplazamiento de importantes unidades litoestratigráficas, evidenciado esto por la presencia de depósitos aluviales en la parte superior del cerro Marimacho.

El desarrollo de la actividad volcánica durante el terciario se dio en un ambiente o régimen de esfuerzos tensionales, manifestado por la presencia de fallas de tipo normal.

Cesada la actividad volcánica, probablemente durante el Terciario tardío o inicios del Cuaternario, los procesos exógenos han venido conformando la geofoma del relieve actual de Somoto.

De esta manera podemos observar que la parte central de Somoto está siendo cubierta por depósitos sedimentarios (Qal) provenientes de la actividad erosiva sobre las elevaciones montañosas, transporte y la posterior acumulación de los materiales erosionados.

Desde el punto de vista sismo – tectónico, el área continua siendo afectada por eventos sísmicos, aunque ahora de menor magnitud. Éstos de forma aparente tienen su expresión en el terreno sobre la carretera Somoto – El Espino.

VII. INVENTARIO DE AMENAZAS

Las Amenazas Naturales

Nicaragua es un país que por sus características geológicas, fisiográficas y su posición geográfica se ha visto históricamente sometida a la acción de múltiples fenómenos naturales de origen interno (procesos endógenos de la tierra) como sismicidad (terremotos, maremotos); vulcanismo (sismos, flujos piroclásticos, derrames lávicos, etc) y amenazas de origen externo (procesos exógenos de la tierra), como los fenómenos meteorológicos (tormentas eléctricas, huracanes, tornados, lluvias intensas, vientos fuertes, sequía, etc) todos peligrosos, destructivos para personas, animales e infraestructura social y económica.

A continuación se presenta de manera separada las diferentes amenazas identificadas en el municipio de Somoto.

7.1 Inundaciones

Conforme a investigaciones acerca del Municipio en la Alcaldía Municipal, no existen antecedentes históricos de desastres debidos a inundaciones, al menos no de la magnitud de los producidos por el Mitch.

Tomando en consideración el Valle del Río Coco, por la naturaleza de sus bajas pendientes longitudinales y por la morfología del valle, se ha observado que este río tiene mas tendencia a la sedimentación que a la erosión; durante las crecidas extremas del río Coco en el transcurso de una semana, su cauce alcanza una expansión lateral de hasta cuatro veces.

Sin embargo, durante el Huracán Mitch el Río Coco tuvo cambios en su cauce, producto de la excavación y migración de cauces alternativos pero siempre dentro de su lecho mayor de inundación, tendencia que se prevé continuará en el futuro.

Los daños y destrucción de viviendas y parte de la infraestructura vial en esta zona en 1998 se debió a la imprudente ocupación de esta llanura, la cual sufrió de desbordes y migración de cauces entre las localidades El Guayabo y El Limón.

Aparte de ello hubo un proceso torrencial con erosión de riberas que afectó parte del puente de El Pochote, sobre la carretera Somoto – El Espino.

La zona de crecida máxima ha sido mas o menos definida por los eventos relacionados al Huracán Mitch (altura máxima de crecida estimada en unos cuatro metros por encima del cauce actual), lo que es relevante en cuanto a que estas franjas no pueden ser utilizadas para asentamientos humanos, se sugiere su uso a la actividad forestal y de cultivos permanentes, que cumplan un objetivo de estabilización de suelos y protección de riberas, con lo que se reducirá la posibilidad de migración de cauce.

Es importante señalar que la mayoría de los desastres en Somoto no se relacionan con las inundaciones. Más bien se correlacionan con las altas precipitaciones que funcionan como factor desencadenante de fenómenos de inestabilidad., ocasionando incomunicación por daño a las vías terrestres.

7.2 Inestabilidad de terrenos

Las causas naturales asociadas a estos fenómenos son:

- ▣ Lluvias intensas y persistentes
- ▣ Pendientes pronunciadas
- ▣ Naturaleza de los suelos (características del material geológico y de las condiciones climáticas)

Estas dos últimas causas pueden ser modificadas y magnificadas por la interacción del hombre:

Uno de los factores agravantes más importantes que sobresalen ante los impactos de los fenómenos en el Municipio son la profundización y el mal uso del suelo, así como, el uso de pronunciadas pendientes para la ubicación de las comunidades. La deforestación y urbanización que facilitan la escorrentía, favorece el desarrollo de flujos rápidos de grandes volúmenes de aguas hacia los ríos o quebradas.

7.2.1 Litologías que configuran las laderas de los cerros del Municipio de Somoto

La naturaleza de los materiales que son movilizados por los movimientos de masa es importante ya que pueden favorecer la generación de los mismos, debido a su poca estabilidad cuando se encuentran saturados de agua durante las lluvias. Estos materiales tienen las mismas características en toda la zona de estudio y básicamente se pueden resumir en tres tipos:

- ▣ **Roca de origen ígneo:** Forma el substrato rocoso y se tratan de litologías de origen volcánico tales como basaltos, riolacitas, dacitas, andesitas y presencia de dique granodiorítico. En varios afloramientos presentan fracturas, como mínimo siguiendo dos direcciones distintas casi perpendiculares entre sí. Este último es un dato a tener en cuenta, ya que aumenta la inestabilidad de estas litologías, favoreciendo su potencial de movilización.
- ▣ **Rocas metamórficas:** Conformadas principalmente por filitas y esquistos micáceos los cuales, cuando el plegamiento o foliación se encuentran favorables a la pendiente constituyen un peligro potencial o zonas de inestabilidad.
- ▣ **Regolitos:** Son materiales arcillosos y arenosos de colores rojizos, violetas, marrón, amarillentos y blancos según cual sea su grado de oxidación y que proceden de la alteración de las rocas ígneas del substrato.

A causa del régimen climático de estaciones seca y lluviosa y la diferencia de temperaturas que se dan casi todo el año, se dan condiciones de humedad y calor que favorecen los procesos de oxidación, hidratación e hidrólisis de los materiales ígneos que dan lugar a que el regolito presente espesores de aproximadamente 5 metros de potencia.

■ **Suelos residuales detríticos:** En muchas laderas del territorio de Somoto encontramos un recubrimiento superficial constituido por una matriz de arcillas y arenas, que contiene bloques angulosos o subangulosos de litologías de origen ígneo y que alcanzan diámetros que varían de centímetros a metros, llegando en ocasiones a alcanzar hasta 5 metros de diámetro; la presencia de estos bloques es muy dispersa y escasa en el área de estudio.

7.2.2 Tipología de los movimientos de masa observados en la zona de trabajo, nomenclatura y definiciones

En el área de Somoto, los movimientos de ladera constituyen uno de los principales mecanismos de erosión y transporte y son uno de los procesos geológicos de mayores peligros para la población.

La tipología de estos fenómenos y su dinámica en la zona se encuentra estrechamente relacionada con varios factores entre los que destacan el relieve, pendiente de las laderas, régimen climático, litología del sustrato y su grado de alteración, presencia o no de cobertura detrítica, uso del suelo, deforestación del territorio, etc.

El conjunto de todos estos factores favorece que los movimientos que se producen en las laderas inestables de Somoto sean de tipo flujo o derrumbe, combinándose ambos en ocasiones en forma de movimientos complejos, predominando en la dinámica de las laderas los movimientos de flujo de detritos (debris flows)

En las laderas de los cerros de Somoto, los flujos de detritos pueden adquirir mayor o menor intensidad dependiendo de la velocidad que éstos alcancen y así mismo, podrán alcanzar recorridos de hasta decenas de metros. Éste es el fenómeno de mayor importancia y relevancia en la dinámica de las vertientes de los cerros de Somoto.

7.2.3 Metodología para la identificación de terrenos inestables

Los siguientes indicadores son los parámetros que permitieron generar toda la información necesaria para elaborar el mapa de fenómenos y el inventario constituido por las fichas. Los indicadores de campo utilizados para la identificación de inestabilidad se mencionan a continuación.

a) **Indicadores sedimentológicos**

■ **Depósitos detríticos recientes**

En los *flujos* recientes sus depósitos todavía no han sido removilizados, los cuales están formados por una matriz de arcillas y arenas que contienen bloques angulosos de diámetros diversos, sin presentar ordenación alguno. Éstos llegan a tener volúmenes importantes resaltando sobre el terreno o entre la vegetación.

En la Foto 7.1, tomada en el camino Somoto - El Naranja (540550 E – 1493364) se puede apreciar un flujo detrítico reciente, donde se observa abundantes fragmentos rocosos de diversos volúmenes, inmersos en una matriz arcillosa.



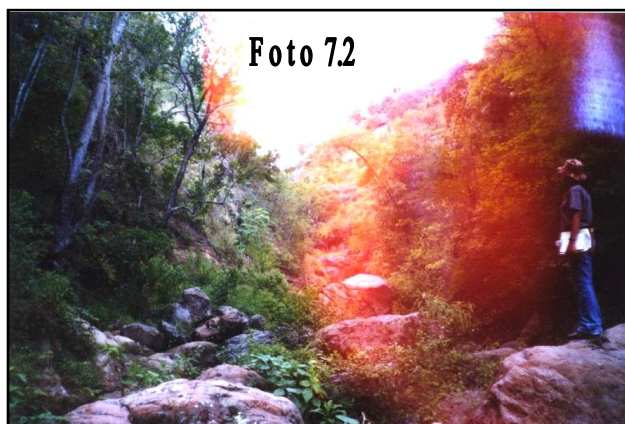
La morfología de estas formaciones detríticas suele ser lobular, aunque puede variar a otras formas dependiendo de las características del flujo y del terreno, sus espesores pueden alcanzar varios metros de potencia y sus dimensiones varían desde metros a decenas de metros de anchura y longitud.

▣ **Presencia de suelo residual detrítico**

En la mayoría de los cerros de Somoto, encontramos materiales detríticos que recubren toda la ladera o parte de ella.

Estos depósitos fueron generados por antiguos movimientos, por lo que nos aseguran que la actividad de los fenómenos no ha sido nula a lo largo del tiempo y que no sólo han ocurrido movimientos de ladera en la actualidad sino que también han sucedido anteriormente.

▣ **Grandes bloques movilizados:** en la base de las laderas o debajo de los grandes escarpes, se presentan enormes bloques de roca ígnea con morfologías que en ocasiones son angulosas y en otras ocasiones son semiesféricas.



En la Foto 7.2 (Coordenadas 531475 E – 1504651 N) se puede apreciar inmensos bloques los cuales nos indican la posibilidad de que estos procedan de los derrumbes localizados en los escarpes inmediatos ya que su litología coincide con la roca aflorante en éstos y no existen indicios de haber sido transportados por flujos, puesto que el volumen es

demasiado grande como para haber sido transportado por estos fenómenos, además no están inmersos en ninguna matriz, también se apartan de las direcciones y depósitos de los flujos observados en los alrededores.

b) **Indicadores geomorfológicos:**

☐ **Relieves positivos, formas lobuladas:** Los depósitos generados por los flujos de detritos, en muchos casos generan relieves positivos que sobresalen sobre el terreno. Estos relieves suelen tener morfología lobular y en ocasiones presentan aspecto de una o varias lenguas.

☐ **Áreas deprimidas, cicatrices, canales**

El transporte de materiales da lugar a zonas deprimidas o de relieve negativo, debido al vacío que se genera por la erosión y transporte de estos materiales. Hay dos tipos de relieves negativos:

a) Zonas deprimidas, las cuales se encuentran limitadas por una cicatriz que genera un escarpe de diversas morfologías, entre las que destacan la semicircular. Sus dimensiones varían de metros a decenas de metros de anchura y longitud; la profundidad del escarpe varía desde menos de un metro a alguna decena de metros. Estas áreas se conocen como zonas de ruptura de los movimientos dan una idea del volumen de material erosionado y transportado a otro lugar por el flujo.

b) Depresiones en forma de canales que pueden alcanzar varios metros de ancho y decenas de metros de largo producidos por la erosión de un flujo cargado de materiales al circular por la ladera.

☐ **Grietas:** algunos movimientos pueden generar la apertura de grietas en el suelo debido a la movilización del material que fluye y se separa de los materiales adyacentes.

☐ **Superficies de deslizamiento:** es cuando en el interior de las zonas de ruptura se observan superficies planares o semiplanares por encima de las cuales se desplazaron o se movilizaron materiales.

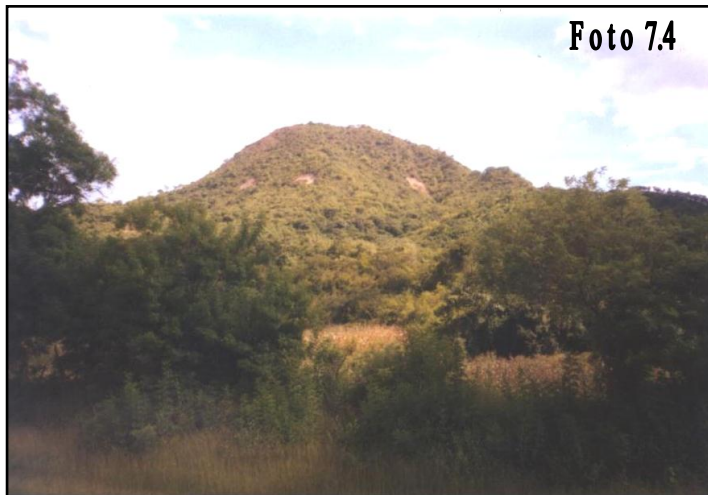
☐ **Desnivel pronunciado:** enormes escarpes, formados por roca sana diaclasada es un indicio de que se produzcan desprendimientos en ellos.



Coordenadas 532780 E – 1489785 N. Se puede observar el bloque en el talud que se encuentra propenso a caer, esto debido a que en la parte central del corte se ha perdido parte del substrato rocoso como consecuencia de la meteorización intensa de la roca.

c) **Indicadores biológicos:**

☐ **Cambios de color en la vegetación:**



En la foto (549577 E – 1491721 N) a simple vista, se aprecian las zonas de arranques que son fáciles de diferenciar por colores marrones y rojizos que sobresalen entre los colores verdes de la vegetación. Estos colores son debidos a materiales que han sido movilizados y han dejado zonas erosionadas y deforestadas donde

aflojan los depósitos de regolitos o la roca del substrato.

☐ **Árboles inclinados:** indica que el movimiento es reciente ya que el árbol no ha recuperado su crecimiento vertical (Ver Foto 7.17)

☐ **Árboles derrumbados**

Indican el posible paso de un flujo de elevado poder destructivo y de elevada velocidad que erosionó su base y produjo su caída.



En la Foto 7.5 (Coordenadas 529876 E – 1486270 N) se observa el árbol caído como consecuencia de las constantes pérdidas de soporte de la cobertura vegetal producto de los derrumbes que ocurren en dicha ladera.

☐ **Líquenes, musgos y hongos que crecen sobre las rocas:** indica que la roca se ha mantenido estable y no ha sido movilizad recientemente por los flujos lo que ha permitido crecer a estos organismos.

☐ **Marcas de corrientes de agua o de flujos de detritos:** en algunas ocasiones se presentan marcas de corrientes de agua o de flujos de detritos en las rocas que forman las paredes de los canales, separando las zonas que fueron afectadas por estos fenómenos de aquellas que no fueron lavadas; esto nos indica el nivel máximo que alcanzó el agua o el flujo canalizado durante el desarrollo del movimiento.

7.2.4 Identificación de los mecanismos que actúan en el municipio

Deslizamientos peliculares o superficiales

La principal característica es la existencia de una superficie de deslizamiento, y la morfología ligeramente ondulada semejante a una cáscara de naranja (o camino de vaca). Se da en suelos blandos, en depósitos coluviales (masas sedimentadas por gravedad) y eluviales (suelos formados por meteorización de las rocas), sobre pendientes iguales o mayores a 20°. También se encuentran sobre las capas superiores de los deslizamientos más profundos.

Su acción y dependencia sobre y de la cubierta vegetal es mínima y sus velocidades son pequeñas (apenas algunos centímetros por año). Interrumpidamente pueden degenerar en deslizamientos rápidos y aún en fluidos de lodo y coladas, tal fue el caso con el Huracán Mitch.

Su mecanismo no ha sido aún esclarecido, parece ser un agregado de varios deslizamientos más o menos rotacionales y de orden superficial, consecuencia de la atracción gravitacional y la pendiente del terreno, asociado con fenómenos de movilidad generados probablemente por las quemas (que rompe la estructura de los suelos y debilitan su grado de cohesión y adhesión entre partículas) y que en tiempos de lluvias están o actúan combinados con elementos de flujo (COSUDE, 2001)

Flujos de lodo, colada de tierra y flujos de detritos

Ocurren cuando una masa de material no cohesivo (suelto), con un cierto grado de saturación, llega a comportarse como un líquido. Este término es genérico y engloba un mecanismo que puede afectar a diversos materiales, desde limosos hasta gruesos, tipo grava o brecha.

Los flujos de lodo comprenden materiales finos del tipo arcilloso (como el caso de las rocas metamórficas y volcánicas), una colada de tierra comprende materiales medios a gruesos, del tipo franco y franco arenosos a arenosos (suelos originados de rocas intrusivas ácidas).

Los flujos de detritos comprenden principalmente material grueso como gravas, guijarros y fragmentos rocosos de diverso tamaño (materiales aflorando y con bastante alteración y materiales volcánicos como el grupo Matagalpa).

En el municipio este mecanismo se presenta de manera habitual cuando se dan eventos hidrometeorológicos extremos, principalmente en tierras con uso agrícola (la zona más desprotegida), por las características físico naturales del territorio (relieve, pendiente), magnificados por el mal uso del territorio. El eje más vulnerable está relacionado con la vertiente del Río Coco.

Áreas susceptibles a deslizamientos profundos

El municipio presenta zonas susceptibles a deslizamientos que están en el ámbito de los moderadamente profundos a profundos, que corresponden a los tipificados como lentos o permanentes, aunque también repentinos.

Una de las características principales de laderas que están propensas a este tipo de actividad son las que presentan existencia de los famosos escarpes o nichos de arranque de antigua actividad.

Otras zonas que se consideran susceptibles son aquellas que, aún no presentando nichos de arranque o escarpes.

Los peligros de inestabilidad de terrenos tienen que ver y están asociados, de manera intrínseca, al ámbito geográfico de la zona.

7.2.5 Inestabilidad de laderas en el Municipio de Somoto

Con relación a los fenómenos de inestabilidad el municipio de Somoto presenta un ambiente relativamente estable, partiendo del mapeo de campo y de la revisión cartográfica disponible (fotografías aéreas, mapas topográficos), del conocimiento y experiencias de las comunidades y otros entes o estructuras que funcionan dentro del municipio. Lo cual no deja de ser satisfactorio, considerando la problemática de inestabilidad de laderas que enfrentan la mayoría de municipios en el país y lo que esto implica para el desarrollo socioeconómico local y nacional.

En Somoto los fenómenos de inestabilidad, aunque de dimensiones reducidas, son frecuentes, principalmente en el tramo de San José e Icalupe.

Las principales problemáticas están referidas a:

- 1) Incomunicación por crecidas de ríos y quebradas y por derrumbes en tramos de carreteras y caminos de acceso, a través, o hacia el interior, del municipio y
- 2) Flujos de detritos y deslizamientos menores que se generan durante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, los cuales se evidenciaron con el Huracán Mitch.

Entre los peligros naturales a que está expuesto el municipio, son frecuentes los *Deslizamientos Superficiales* del tipo cáscara de naranja o camino de vaca, *Flujos de lodo* y *Flujos de detritos*, sobre todo en las tierras que utilizan para actividades agrícolas y pastoreo del ganado.

Otro de los peligros durante lluvias intensas son las *Crecidas Torrenciales* de ríos y quebradas que dejan incomunicadas a las localidades de manera temporal. Tal es el caso del río Coco en el lugar conocido como El Naranja, donde existe un puente-vado el cual de cierta forma obstruye el paso del caudal del río y como consecuencia en época de lluvias, el agua se desborda por encima del puente ocasionando la crecida de este e inundación de sus márgenes, afectando de forma directa las viviendas ubicadas en sus alrededores.

Otra amenaza identificada es el de una avenida de gran longitud o recorrido, propensa a *Avalancha de Detritos* en un sector de la ladera Noreste donde está ubicada la localidad Cerro Los Calpules, dicho flujo se encuentra en estado activo, tiene dirección N5E, tiene un trayecto de 100 m, ancho de 8 m, zona de depósito de 10 m, pendiente de 15° y se encuentra afectando de manera directa la vía de acceso.

Sin embargo, a pesar de su aparente estabilidad, ante fenómenos grandes, en el municipio, se presentan laderas susceptibles a mecanismos de inestabilidad de terrenos del tipo de los *Deslizamientos Lentos o Permanentes*, que son de gran dimensión y profundos (>2 m), de carácter progresivo, que pueden tener incidentes de ruptura violenta si hay cambio en su nivel de estabilidad. Y más susceptibles a reactivarse son las laderas que antiguamente han tenido actividad.

Tal es el caso en los taludes de la carretera que va desde San José hasta Icalupe, que presenta varios nichos de arranque o escarpes antiguos, donde se observan deslizamientos secundarios dentro de escarpe de deslizamientos mayores.

Deslizamientos peliculares o superficiales (Camino de Vaca o Cáscara de Naranja)

Este tipo de deslizamiento no representa grandes movimientos de masa, pero afecta una considerable área o superficie del terreno.

En el municipio de Somoto los sitios característicos expuestos a este tipo de fenómenos son las laderas de los cerros que definen el valle de Icalupe, laderas sur del cerro Volcán de Somoto, El Melonar (Carretera Somoto – Hermanos Martínez), Mesa Portillo La Palma, Cerro La Lumbrera, Mesas Los Anicillos.



Foto 7.6

Foto 7.6. Muestra las características propias de este tipo de fenómenos. En la parte superior del cerro se observan movimientos superficiales del tipo “cáscara de naranja”. El sitio se localiza en el camino a El Naranja (Coordenadas 542887 E – 1490840 N).

En la parte inferior del cerro se observa el corte realizado para la extracción de material para el mejoramiento de caminos rurales.

La roca predominante es andesita de color gris oscuro, superficialmente presenta una película de color ocre, producto de la alteración de los minerales básicos (Fe, principalmente). Desde el punto de vista estratigráfico las rocas son asociadas al Grupo Matagalpa (Tomm).

El suelo desarrollado es una arcilla color café oscuro a negro, llamado sonsocuite, con espesor de hasta 50 cm.

El movimiento diferencial de la superficie es, probablemente, motivado por la variación de la humedad relativa de las capas de suelo superior y de las rocas (relativamente impermeables) las cuales por diferencias de pendiente superan el coeficiente de fricción.

La superficie de las laderas de los cerros La Lumbrera, Mesas Los Anicillos y Mesa Portillo La Palma, está constituido por suelos producto de la meteorización de las dacitas (Tmcd) los cuales son arcillosos de color gris oscuro (plomo) a veces marrón oscuro. En ocasiones se observa una fracción arenosa dentro del suelo, esto es producto de la presencia de minerales de cuarzo dentro de la dacita.

Como producto de las características antes mencionada, se observa que el principal fenómeno de inestabilidad de laderas se relaciona con deslizamientos superficiales (camino de vaca). Sin embargo, cuando las

dacitas presentan significativos contenidos de cuarzo, se presentan movimientos tipo flujos, los cuales se describen a continuación.

Flujos de lodo, colada de tierra y flujos de detritos

Los sitios más susceptibles son los mencionados para los deslizamientos superficiales, pero el eje más vulnerable es la vertiente del Río Coco.



Foto 7.7. En la ladera Este del cerro Las Canoas durante el Huracán Mitch se desarrolló un fenómeno de flujo de detritos que alcanzó más de 600 m de longitud, profundizando un canal de drenaje superficial con dirección N75°E, con una nicho de arranque de 12 m. Los depósitos han continuado removilizándose ladera abajo. (Coordenadas 536580 E – 1491360 N)

Estratigráficamente las rocas en el sitio se relacionan con el Grupo Coyol, representado por tobas y lavas de composición dacítica (Tmcd) y lavas andesíticas (Tmca).

La Foto 7.1 muestra un flujo de detritos que desciende del Cerro El Melonar, en las proximidades de Los Calpules. Este flujo afecta el camino Somoto – El Naranja de manera reiterativa en cada temporada de lluvia.

Este flujo mide 8 m de ancho en la sección transversal del trayecto; en la base los depósitos tienen 10 m de ancho; la pendiente es de 15° con dirección preferencial N5°E. La longitud de este flujo es de 150 m, aproximadamente.

En las laderas próximas a la carretera Managua – Somoto, a la altura del tramo entre Arado Quemado y Somoto, se observa el desarrollo de varios fenómenos de flujos de detritos, que se destacan por la diferencia en la coloración de la vegetación y de la litología expuesta.

Lo anterior se manifiesta en la Foto 7.8 (Coordenadas 548740 E – 1491525 N). Flujo de detritos desarrollado sobre andesitas intemperizadas y fracturadas (Tmca). La dirección del flujo es N4°W, tiene nicho de arranque de 20 m de ancho; la altura del escarpe es de 8 m; la longitud de la zona de agotamiento es de unos 50 m y tiene una pendiente de 43°.



Foto 7.8

Este fenómeno también se manifiesta en la ladera noroeste del Cerro Blanco (Foto 9.4), donde al menos se presentan nueve flujos detríticos, de los cuales cuatro son observables desde la carretera (en el tramo Rancho Grande – Arado Quemado).

La litología presente en el Cerro Blanco se corresponde a andesitas (Tmca). Los flujos aquí se desarrollaron en los cauces de drenaje superficial, profundizándolos.

La litología presente en el Cerro Blanco se corresponde a andesitas

De acuerdo a las observaciones de campo, el desarrollo de este fenómeno se asocia a la intemperización de las rocas primarias hacia arcillas, las cuales se saturaron de agua durante el Huracán Mitch y, debido al aumento de peso, superaron la fuerza de fricción, provocándose el movimiento de masa ladera abajo.

Caída de bloques y derrumbes

Este fenómeno se asocia a rocas masivas, poco alteradas a frescas, frecuentemente fracturadas, diaclasadas y/o falladas. Se producen en pendientes abruptas (mayor de 30°). En nuestra área de estudio, están íntimamente relacionados con rocas de los Grupos Matagalpa y Coyol.

Foto 7.9 (Coordenadas: 531920 E – 1483978 N)

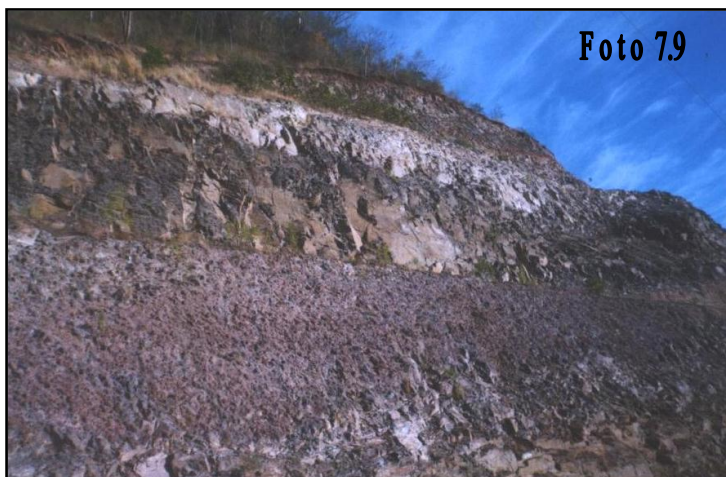
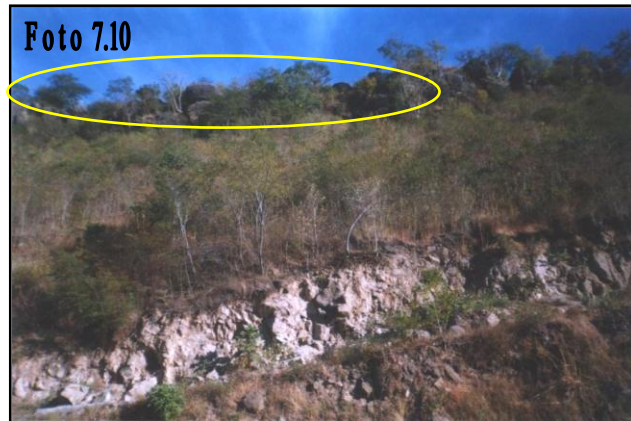


Foto 7.9

El corte se encuentra en el Km 234.5 Somoto – El Espino. Está compuesto de andesita. La parte central del cerro se presenta una zona de alteración hidrotermal lo que produce a su vez diversas coloraciones de la alteración de la roca,

en esta zona la roca se encuentra muy fracturada. En esta zona constantemente se producen derrumbes ya que las rocas se encuentran intensamente fracturadas. En el reconocimiento de campo se pudo observar en la parte central de este corte, una falla con desplazamiento vertical de 25 cm; el plano de falla tiene dirección N57E y buza 65° al sureste. En la parte superior del corte se presentan abundante bloques de andesita propensos a caer puesto que no tienen soporte, ya que la cobertura vegetal se ha perdido.

Foto 7.10, muestra la parte superior del corte. Aquí se puede apreciar el color blanquecino de la andesita alterada.



La figura elíptica color amarillo señala los bloques sueltos propensos a caer en cualquier momento, debido a la pendiente del corte, 35 %. Esto afectaría la carretera hacia El Espino, obstaculizando el tráfico vehicular internacional y nacional.

En el área de Icalupe, afloran rocas dacíticas y riodacíticas correlacionadas con el Grupo Coyol (Tmcd) sobre el cual se desarrollaron fenómenos de derrumbes y flujos de detritos durante el Huracán Mitch, los cuales se describen a continuación.

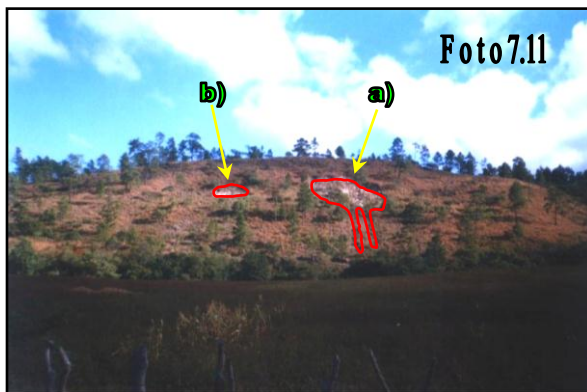


Foto 7.11 (Coordenadas: 534378 E – 1506603 N)
Lugar: Icalupe

Zona de derrumbes de bloques de lavas masivas (dacita)

En el derrumbe **a)** el material está intensamente meteorizado, la cicatriz es de 3 m de profundidad. Las dimensiones de los bloques

lávicos varían en dimensión (desde 0.3 m³ hasta 0.004 m³). La capa superficial es de 0.3 m es de coloración anaranjada clara. El ancho en la parte central del derrumbe es de 35 m, el alto es de 80 m. Afecta directamente una pequeña quebrada que fluye en la base del cerro. Este derrumbe se bifurca en dos en la parte central.

El derrumbe **b)** tiene una cicatriz de 2 m de profundidad, el ancho de 15 m. En la parte central se presenta un suelo de 7 m de espesor producto de alteración. En el campo se pudo apreciar una fractura con dirección N58E.

Como se puede apreciar en la Foto 7.11 el sitio está desprovisto de vegetación lo cual propicia la pérdida de soporte de la ladera, ocasionando procesos erosivos.

Coordenadas:

541885 E – 1491800 N

Se puede apreciar en la Foto 7.12 – a, las numerosas fracturas las cuales están rellenas de sílice y presentan dirección preferencial NW. Las fracturas afectan lavas masivas andesíticas. El área de fractura es de 8 m. El corte mide 6 m de alto y 50 m de longitud.



Producto de esas numerosas fracturas han propiciado la caída de grandes bloques como el que se indica con la flecha color amarillo en la Foto 7.12 – b. El buzamiento de las capas de andesita es 22° al sureste y con dirección N70E, la coloración de la roca es rojiza marrón un poco clara. Estos bloques afectan de forma directa la vía de acceso de Somoto al poblado de El Naranja.



En la zona de El Espino, aunque se encuentra fuera del área estudiada (no pertenece al municipio de Somoto), se ha venido desarrollando un proceso continuo de derrumbe; el cual fue mapeado debido a la importancia que tiene este sitio para los intereses nacionales (por su condición de aduana internacional terrestre) y locales (proporciona empleo a una gran cantidad de somoteños).



Foto 7.13 – a.

Coordenadas: 529876 E – 1486270 N

Lugar: El Espino

Zona de derrumbe activa. Se presenta obstrucción de canal de desagüe. El talud tiene una fuerte inclinación lo que ocasiona la continua caída del material suelto y la formación de una nueva zona de arranque (cicatriz). El material es de composición basalto andesítico de coloración marrón oscuro (Tpcb).

Foto 7.13 – b. Vista frontal de la zona de derrumbe descrita en la Foto 7.13 – a. Se pueden apreciar las dos cicatrices en la parte superior del corte (señaladas con línea roja). Con la flecha verde se señala un árbol que cayó producto de la pérdida de cobertura vegetal que lo sostenía.

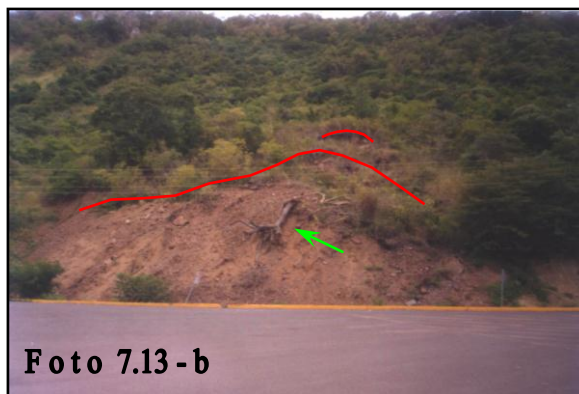


Foto 7.13 – c. Tomada 6 meses antes que la Foto 7.13 – b. En este momento la pendiente del talud era menor, solamente se presentaba una zona de arranque, mientras tanto, en la foto anterior se observan dos cicatrices y gran cantidad de material caído producto del continuo proceso de inestabilidad.



En este sitio las condiciones favorables para el desarrollo del proceso parece estar relacionado con el material suelto (rocas muy fracturadas) y pendiente pronunciada. En tanto que el factor desencadenante es la lluvia. Esto se demuestra durante el período de levantamiento de campo en el que no ocurrieron sismos que sirvieran de detonante a este fenómeno.

Otro sector es el Cerro El Colorado (coordenadas 530345 E – 1494798 N) donde se desarrolla una zona de derrumbe sobre tobas de composición dacítica (Tmcd), las cuales se encuentran fracturadas. Las precipitaciones, sumadas a la fuerte pendiente de la ladera noroeste del cerro son las principales condiciones para que se produzca este fenómeno.

Hacia el suroeste del punto anterior, próximo a la comunidad de Los Caracoles, se observa un derrumbe con características similares a las descritas para el sitio antes mencionado.

Estratigráficamente las rocas pertenecen al Grupo Coyol (Tmcd), con la diferencia que aquí se presentan alteradas hidrotermalmente (silicificadas) y meteorizadas, adquiriendo un color marrón oscuro.

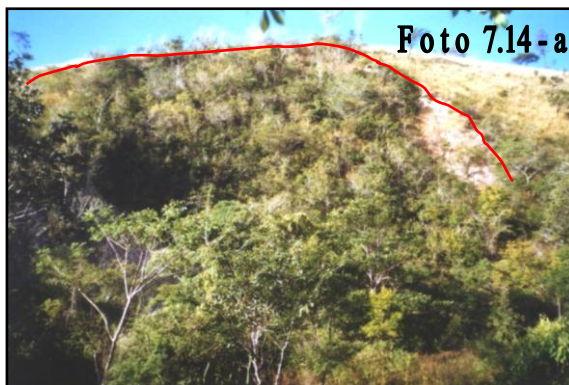
Susceptibilidad a deslizamientos profundos

Una de las características principales de laderas que están propensas a este tipo de actividad son las que presentan existencia de los famosos escarpes o nichos de arranque de antigua actividad como es el caso de los taludes del tramo de carretera que va desde San José hasta Icalupe, que presenta varios nichos de arranque así como escarpes antiguos, donde se observan

deslizamientos secundarios dentro del escarpe de deslizamientos mayores, donde en algunas laderas presenta incluso secuencia de al menos dos (2) nichos de arranques antiguos.

A continuación se describen los principales sitios afectados por deslizamientos.

Deslizamiento de gran magnitud, localizado en las cercanías de la comunidad San José, el cual actualmente se encuentra cubierto de vegetación, apenas es visible observar en la Foto 7.14 – a, (Coordenadas: 538031 E – 1501481 N); en la parte derecha es visible una cicatriz que indica que es reciente. El deslizamiento es del tipo rotacional. La litología que compone dicho terreno es de tobas riolíticas las cuales se presentan intensamente meteorizadas.



En la parte media – inferior del deslizamiento de la Foto 7.14 – a, el material suelto está disponible para moverse ladera abajo, desarrollando de esta manera un fenómeno de caída de bloques o derrumbes de tamaño reducido.



La geología la constituyen riolitas intemperizadas y fracturadas (Tomm); en la etapa de campo se encontró que los planos de fracturas tenían dirección preferencial N43°W con buzamiento 72° al noreste, las capas de la riolita buzaban 22° al noroeste y con rumbo N53°E. El corte medía 23 m de alto.



En la Foto 7.15 (Coordenadas: 537567 E – 11504839 N) se observa una secuencia de procesos de remoción de masas desarrollada en esquistos. En la parte derecha de la foto se puede apreciar un deslizamiento secundario en la parte central del principal, en el cual se perdió la cobertura vegetal causando de esta forma la pérdida de soporte del

material. Dicho deslizamiento afecta de forma directa la vía de acceso que va hacia la comunidad de Icalupe. De la misma manera el deslizamiento que se observa en la parte izquierda de la foto afecta la vía de acceso. El deslizamiento según las observaciones de campo que se realizaron mide 15 m desde la base hasta su zona de arranque, y en la parte central de éste 12 m de ancho. Tiene dirección norte – sur. La vegetación principal en el sitio son pinos.



Foto 7.16

La litología del sitio son esquistos. En la Foto 7.16 (Coordenadas: 537892 E – 1504070 N) se puede apreciar deslizamientos secundarios dentro del principal, esto debido por corte de talud obstruyendo de cierta forma la vía de acceso.

La dinámica y tipología de estos fenómenos en dicho sector zona está fuertemente vinculada a diversos factores dentro de los cuales se destacan el relieve, inclinación del talud, régimen climático, litología del substrato y grado de alteración. Todos estos factores favorece los movimientos que se producen en las laderas inestables.

En esta zona, donde se presentan dichos fenómenos, la erosión hídrica juega un factor importante ya que en el momento de intensas lluvias el material se mueve a manera de flujo en el que se entremezclan vegetación, suelos y depósitos detríticos, pertenecientes a la sección superficial que recubre la ladera, mezclados en ocasiones con material del substrato más o menos meteorizado, permitiendo de esta forma que ocurran procesos de deslizamientos de gran magnitud.

En la Foto 7.17 (Coordenadas: 537552 E - 1504669 N) puede apreciarse el deterioro de la vía de acceso hacia el poblado de Icalupe, esto debido a la inclinación del talud y a la litología del sitio, lo que causa continuos deslizamientos

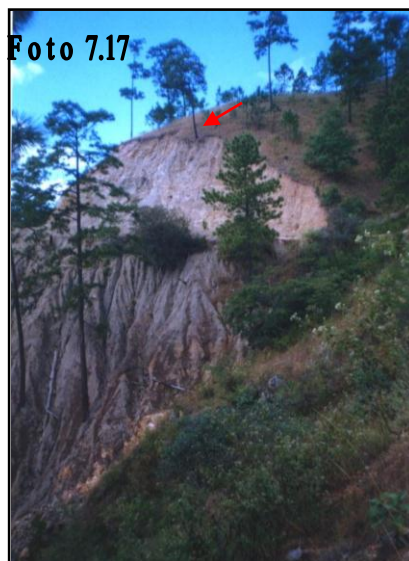


Foto 7.17

La litología está representada por esquistos (buzando 40°NW) con intercalación de sílice. En el sitio es constante la actividad de procesos de deslizamientos, de tal manera que el borde del camino está siendo afectado por este fenómeno.

Otro aspecto importante, relacionado con las frecuentes e intensas lluvias que producen erosión hídrica sobre las laderas, es la ocurrencia de desplazamientos de masas en la sección inferior de los cerros, dejando sin soporte las laderas. En

la parte superior del corte se indica con una flecha color roja un pino (vegetación predominante) que esta propenso a caer, debido a éste fenómeno.

Como resultado del levantamiento de campo se elaboró el Mapa de Inventario de Inestabilidades del Municipio de Somoto (Figura 7.1).

7.3 Peligro Sísmico

Según la convención existente entre los geocientíficos mundiales se define que existe fallamiento activo cuando una falla muestra evidencias de actividad (desplazamientos relativos en el plano vertical, horizontal, o en ambas direcciones) durante el Holoceno (últimos 10 mil años).

Según Lainez – Martínez (1999) el área del Departamento de Madriz contiene zonas de debilidad prevalecientes de episodios orogénicos terciarios y, por lo tanto, susceptibles a actividad sísmica, sobre todo aquellas zonas marginales y bajo la influencia de las estructuras regionales de la Depresión de Nicaragua.

Un análisis realizado de manera rápida puede conducir a la idea que el área del municipio del Municipio de Somoto está libre de amenaza por sismos.

Sin embargo, es oportuno mencionar los siguientes criterios:

- a. La ventana de registros históricos acerca de la sismicidad es corta.
- b. La disposición geométrica de la Red Sismológica es poco adecuada para la localización de los sismos ocurridos en la región trans depresión. Se estima que el error de localización de los sismos, tanto en superficie como en profundidad, es de unos 10 km.
- c. No existen posibilidades de determinar el mecanismo focal mediante el cual se puede asociar la ocurrencia de un sismo a un determinado tipo de esfuerzos estructurales manifestados en la geometría de las fallas.
- d. La escasez de datos, tanto sísmicos como geológicos (mapeo detallado a escala 1:10,000) impide realizar una valoración más precisa acerca de la ocurrencia y períodos de recurrencia de sismos en el área de estudio.
- e. La ausencia de capas o estratos guías con edades conocidas es una limitante para el reconocimiento de desplazamientos de la estratigrafía (principalmente Holocénica) y, consecuentemente, su asociación a fallas potencialmente activas.

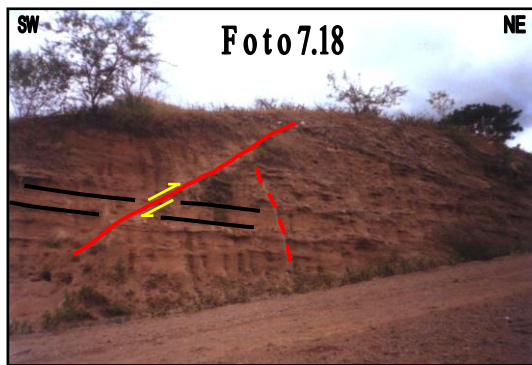


Foto 7.18.
Coordenadas:
538398 E – 1493158 N

La línea trazada de color rojo indica una falla inversa (las líneas amarillas indican el movimiento relativo de las capas). Fractura (trazos discontinuos rojo), ésta tiene dirección N40°W. La foto corresponde a una de las paredes del río Coco en la parte del

sitio conocido como El Naranja. La pared mide aproximadamente 5 m de alto. Las fracturas se encuentran rellenas de sílice.

Probablemente esto representa las capas litoestratigráficas más recientes encontradas en el área de estudio (Cuaternario aluvial). Sin embargo, la falta de dataciones radiométricas o el conocimiento detallado de la estratigrafía impiden la determinación de la actividad de las fallas observadas en estos depósitos.

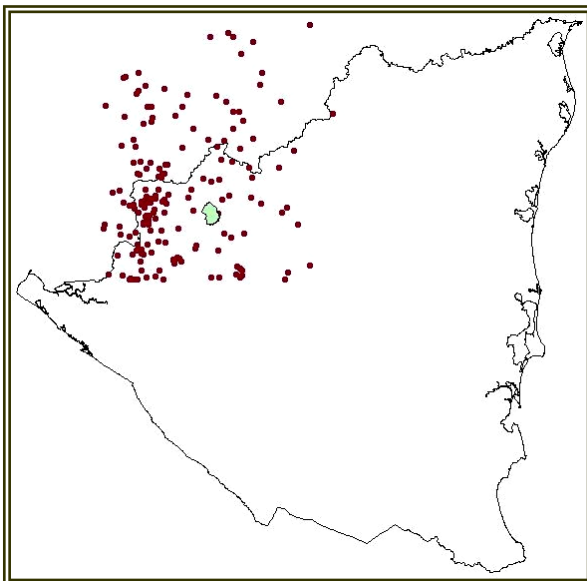


Figura 7.2. Mapa Epicentral de distribución de los sismos regionales localizados por la red Sísmica. Se puede observar que el área presenta una sismicidad relativamente alta.

Al mismo tiempo de la ruptura superficial del terreno, el análisis de la amenaza sísmica tiene que ver con otros peligros asociados a la actividad sismo – tectónica, entre éstos tenemos los siguientes:

- La aceleración del terreno debido al paso de la onda sísmica (Figura 7.3)
- El desplazamiento (vertical y horizontal) del suelo.
- Fenómenos de inestabilidad desencadenados por la actividad sismo – tectónica.
- Licuefacción del terreno, principalmente en aquellos suelos arenosos y donde el nivel freático se encuentre cercano a la superficie.

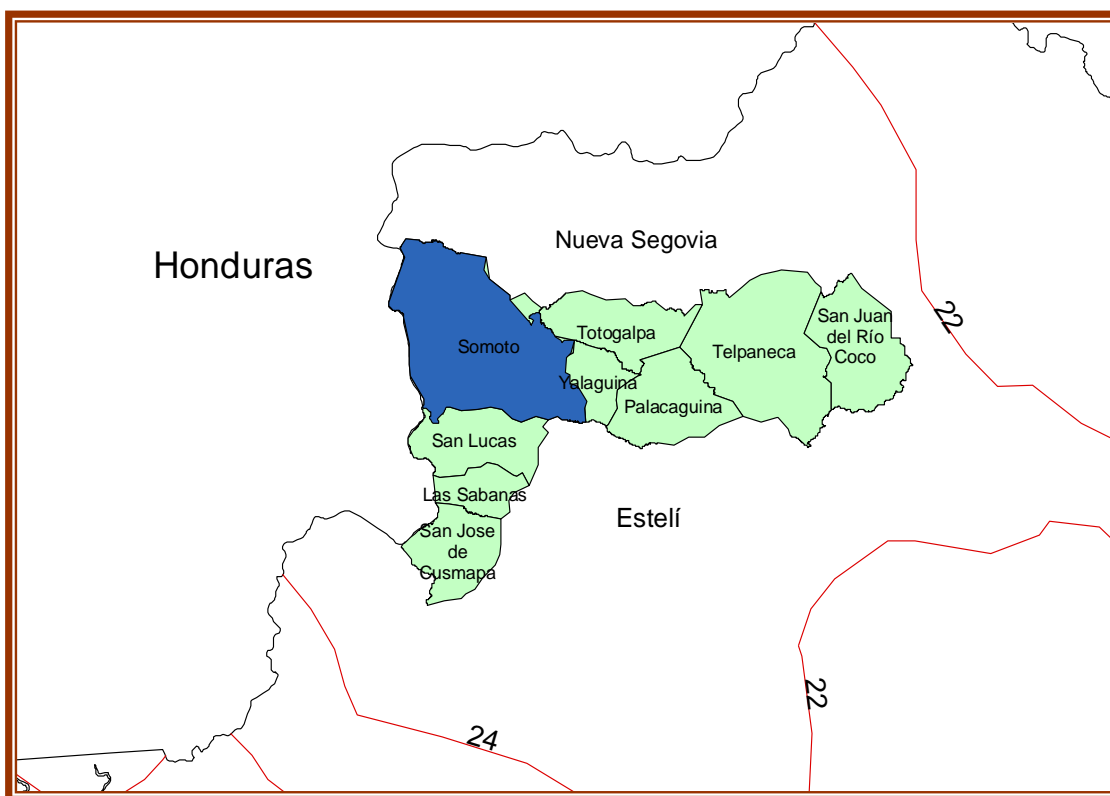


Figura 7.3. Se indican las curvas de iso – aceleraciones sísmicas (tomado de Fabio Segura, 2004. Informe no publicado).

Regiones con actividad sísmica frecuente (como el Pacífico y en particular Managua) han desarrollado estudios y metodologías particulares para el análisis de la amenaza sismo – tectónica.

Los fenómenos de inestabilidad también se pueden presentar si el terreno posee características tales como inclinación o pendiente abrupta, contactos litológicos entre materiales con competencias diferentes, suelos sueltos o poco cohesionados, fracturamiento o fallamiento del terreno.

Por otro lado, las evidencias de campo señalan que los fenómenos de inestabilidad en el área de estudio se han desarrollado sobre diversas condiciones geológicas (rocas volcánicas o metamórficas, con alteración geotermal o sin ella, intemperizadas o no, con rupturas – fallas o fracturas – o no).

Las limitantes antes mencionadas son condicionantes desfavorables para la valoración de la actividad sísmica como factor desencadenante a los fenómenos de inestabilidad.

Consecuentemente, la asociación de fallas geológicas que demuestren actividad sísmica reciente no está clara a partir de los datos del levantamiento geológico.

De lo anteriormente mencionado podemos decir que las fallas y/o fracturas constituyen factores condicionantes para el desarrollo de procesos de inestabilidad, pero con el nivel de conocimiento de los registros sísmicos es poco práctico definirlos como desencadenantes de deslizamientos.

Por otro lado, el paso de la onda sísmica causa aceleración del terreno. Este cambio en la dinámica de esfuerzos provoca el rompimiento del estado de reposo de las masas al superar el coeficiente de fricción existente entre ésta y el sustrato rocoso (estable).

Sin embargo, la valoración de este tipo de factores requiere la obtención y análisis de datos geotécnicos, los cuales no están disponibles para este trabajo investigativo.

7.4 Vulcanismo

La actividad volcánica, al igual que los fenómenos sísmicos están íntimamente relacionados y originados por el proceso de subducción de la Placa Cocos por debajo de la Placa Caribe.

De acuerdo a la evolución geológica de Nicaragua, en particular del área de estudio, en el terreno se presentan productos volcánicos de Edad Terciaria, asociados a los Grupos Matagalpa y Coyol.

En el área no se reconocen productos volcánicos con edad más reciente.

Tomando en cuenta que se considera vulcanismo activo cuando presenta actividad durante el Holoceno (últimos 10 mil años), se asegura que el área de Somoto no está bajo peligro por actividades volcánicas (sísmicas o eruptivas).

VIII. ANÁLISIS DE PELIGRO POR INESTABILIDAD DE TERRENOS

Los peligros de inestabilidad no ocurren de manera aleatoria sino que se definen a partir de factores que condicionan el desarrollo de estos procesos. Sin embargo, éstos fenómenos sólo se presentan cuando otros factores, llamados desencadenantes o detonantes, sirven como gatillo disparador del fenómeno

8.1 Factores condicionantes

Los factores condicionantes que fueron discutidos en el capítulo anterior se han ponderado de manera individual estableciéndose pesos específicos relativos a su aporte a la ocurrencia de los fenómenos de inestabilidad. Los pesos relativos a cada uno de los factores considerados son los siguientes:

Tabla 8.1 Pesos relativos de los factores considerados.

Factor condicionante	Criterios	Peso relativo
Morfología (pendiente)	Representa el principal factor condicionante en la ocurrencia de inestabilidades de terreno en el área de estudio.	25 %
Deslizamientos anteriores	Es uno de los más importantes ya que refleja los sitios con características favorables para el desarrollo de estos fenómenos.	30 %
Obras humanas	Las actividades humanas modifican la morfología mediante la apertura de caminos, construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica y/o de teléfonos; así como las labores agrícolas.	4 %
Agua	La acción del agua constituye uno de los factores más notables en el desarrollo de los procesos de inestabilidad debido a su acción de alteración.	16 %
Estructura disyuntiva	La presencia de fallas y fracturas favorecen el desarrollo de los procesos de inestabilidad debido a que en las zonas de fragilidad asociadas al fallamiento las rocas se transforman rápidamente creándose minerales arcillosos. Éstos conforman las superficies ideales sobre el cual se movilizan grandes volúmenes de material.	10 %
Litología	La litología es importante en el análisis de la inestabilidad. Rocas frescas presentan una mayor estabilidad que aquellas alteradas por el clima o hidrotermalmente.	15 %

Los pesos relativos determinados para cada uno de los factores fueron establecidos a partir de los datos de campo y se exponen a continuación:

- **Morfología (Pendiente):** El área de estudio tiene pendientes variables, siendo que la región central norte muestra inclinaciones más abruptas. La relación existente entre este parámetro y los fenómenos de inestabilidad es evidente al observar el mapa producto de este trabajo.

Los criterios de variabilidad de pendiente se establecen de la siguiente manera:

1. Pendiente mayor de 45°; son muy escasas (no se consideraron).
 2. Pendiente entre 30° - 45°; corresponde al 44.5 % del peso ponderado.
 3. Pendiente entre 15° - 30°; corresponde al 33.3 % del peso ponderado
 4. Pendiente menor de 15°; corresponde al 22.2 % del peso ponderado.
- **Deslizamientos anteriores;** se realizó la interpretación de las fotos aéreas de los años 1981 y 1996. Esto sirvió para reconocer las áreas que presentaron fenómenos de inestabilidad previo al Huracán Mitch. Seguidamente se determinaron, a partir del levantamiento de campo, los lugares donde se desarrollaron estos fenómenos.

Posteriormente se hizo el análisis morfológico a fin de precisar si estos sitios presentan características que los hacen potencialmente favorables para que estos fenómenos se presenten nuevamente. Finalmente se estableció el siguiente criterio para evaluar los peligros potenciales derivados de este factor:

1. Movilizados antes (Pre) del Mitch: corresponde al 8.3 % del peso ponderado.
 2. Movilizados antes y durante (Pre + Sin) el Mitch: corresponde al 16.6 % del peso ponderado.
 3. Movilizados antes, durante y después (Pre + Sin + Post) el Mitch: corresponde al 33.5 % del peso ponderado.
 4. Movilizados durante y después (Sin + Post) Mitch: corresponde al 25 % del peso ponderado.
 5. Movilizados después (post) del Mitch: corresponde al 16.6 % del peso ponderado.
- **Nivel Freático;** un parámetro decisivamente influyente para la alteración de las rocas y, consecuentemente, de los fenómenos que se desarrollan en ellas. De esta manera se han establecidos estos criterios relativos a la profundidad del nivel freático:

1. A una profundidad menor de 5 m; corresponde al 50 % del peso relativo.
 2. A una profundidad de 5 m a 10 m; corresponde al 37.5 % del peso relativo.
 3. A una profundidad mayor de 10 m; corresponde al 12.5 % del peso relativo.
- Litología (Tipo de roca y grado de alteración); el comportamiento dinámico de los suelos y litología está en dependencia de su naturaleza genética (volcánicas, intrusivas, metamórficas o sedimentarias) y de su estado (fresca, alterada por intemperismo o acción hidrotermal).

Fenómenos de derrumbes;
Roca fresca: 90 % del peso relativo.
Roca alterada: 10 % del peso relativo.

Flujos de detritos / lodo;
Roca fresca: 10 % del peso relativo.
Roca alterada: 90 % del peso relativo.

Deslizamientos profundos (rotacionales – translacionales);
Roca fresca: 10 % del peso relativo.
Roca alterada: 90 % del peso relativo.

- Estructuras disyuntivas (Fallas y fracturas); este tipo de estructuras favorecen la alteración de las rocas y minerales debido a que son los elementos de circulación de soluciones acuosas (agua de infiltración o de carácter hidrotermal). Los planos de fallas constituyen verdaderas zonas de inestabilidad una vez que los minerales alterados a arcillas forman superficies de deslizamientos. Se han establecido los siguientes criterios de variabilidad de este parámetro:
1. Áreas afectadas por fallas y fracturas: 57 % del peso relativo.
 2. Áreas afectadas por fracturas: 28.7 % del peso relativo.
 3. Áreas afectadas por fallas supuestas: 14.3 % del peso relativo.
- Desarrollo de obras humanas (caminos, viviendas, agropecuario); la construcción de vías de acceso o de viviendas son las principales obras humanas a las que se asocian fenómenos de inestabilidad. Manifestado esto en el camino de San José a Icalupe.

Se han establecido los siguientes criterios para la determinación de la variabilidad de este parámetro:

1. Áreas afectadas por caminos vecinales: 36.3 % del peso relativo.
2. Áreas afectadas por carretera pavimentada: 27.3 % del peso relativo.
3. Áreas afectadas por caminos de tiempo seco: 18.2 % del peso relativo.
4. Áreas afectadas por trochas: 18.2 % del peso relativo.

8.2 Factores desencadenantes

Los factores desencadenantes son aquellos que debido a su ocurrencia pueden causar el inicio de los fenómenos de inestabilidad.

- Precipitaciones; el principal indicio del importante papel que juega como factor desencadenante de los fenómenos de inestabilidad se manifestó durante el Huracán Mitch en 1998.

La mayoría de los lugares afectados por inestabilidades identificados durante este estudio se desarrollaron como consecuencia de las precipitaciones asociadas al Huracán Mitch.

- Desarrollo de obras humanas; se refiere a acciones tales como voladuras, vibraciones causadas por movilización de equipos pesados, entre otras.
- Actividad volcánica; este es un factor que no tiene afectación en el área estudiada ya que no hay volcanismo activo en el municipio de Somoto.
- Sismicidad; según el mapa de isoaceleraciones para períodos de retorno de 100 años, en el área de estudio pueden ocurrir aceleraciones de suelo de 0.22 g hasta 0.24 g.

Se realizó un cálculo teórico para determinar el valor de la aceleración crítica (el valor de aceleración sísmica que puede desencadenar un fenómeno de inestabilidad) considerándose pendientes mayores de 45°, espesores de suelo de 2.5 m y las diferentes litologías existentes en el área investigada. La aceleración crítica fue calculada usando la siguiente expresión (Jibson et al, 1998):

$$a_c = (F_s - 1) * g * \text{sena} \quad \text{Ec. 8.1}$$

Donde:

- a_c : Aceleración crítica
- F_s : Factor de seguridad estático
- g : Atracción gravitacional (9.8 m/s²)
- α : Ángulo de la pendiente natural del terreno.

El factor de seguridad (F_s) se calculó según la ecuación (Jibson et al, 1998)

$$F_s = \frac{c'}{t \gamma \operatorname{sen} \alpha} + \frac{\tan \varphi}{\tan \alpha} - \frac{m \gamma_w \tan \varphi}{\gamma \tan \alpha} \quad \text{Ec. 8.2}$$

Donde:

- c' : Cohesión efectiva (ton/m^2)
- α : Ángulo de la pendiente natural del terreno.
- γ : Densidad del material (ton/m^3)
- φ : Ángulo de fricción interna
- γ_w : Densidad del agua ($1 \text{ ton}/\text{m}^3$)
- t : Espesor de la capa de material propenso al desplazamiento
- m : Espesor de la capa de material saturado

La densidad del material fue determinada a partir de las propiedades de los diferentes tipos de rocas. El ángulo de fricción interna se obtuvo de otros trabajos en los que se analizaron estos tipos de rocas (Jibson et al, 1998).

Para el análisis particular de las condiciones del Factor de Seguridad utilizado en esta investigación se calculó considerando ambas estaciones climáticas. Para períodos secos el tercer miembro de la expresión (Ec. 8.2) es nulo.

El factor de seguridad, por definición establece que cualquier material con $FS = 1$, es considerado estable. Sin embargo, considerando que los valores usados en los cálculos no fueron obtenidos mediante toma de muestras y análisis de laboratorios para precisar los parámetros geotécnicos, se ha determinado utilizar el factor de seguridad $FS = 1.5$.

Es decir, en esta investigación se ha considerado que el material no es estable para cualquier valor de $FS \leq 1.5$.

De acuerdo a los resultados del cálculo Tablas 8.3 – 8.6 se encontró que los suelos desarrollados sobre basaltos, esquistos y tobas se movilizan con valores de aceleración similares o inferiores a $0.4 g$ (Figura 8.1). Es decir, sismos semejantes a los ocurridos en Quilalí (2001), Dipilto (1997) o Somoto (en los años '50) son capaces de desencadenar deslizamientos que involucran importantes volúmenes de material.

Tabla 8.2 Parámetros usados en el cálculo de Aceleración Crítica (Jibson et al, 1998)

Roca	Cohesión (/ton/m ²)	Fricción	Densidad (ton/m ³)
Basalto	3.739	34.0	2.8
Esquistos	4.246	31.0	1.6
Sedimentos	3.172	34.0	2.0
Tobas	3.604	32.0	2.4
Dacitas	3.965	34.0	2.5
Andesitas	3.884	34.0	2.6

Tabla 8.3 Factores utilizados y resultados del cálculo de la Aceleración Crítica durante la época de seca.

Roca	Fs ¹	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac ² (g)
<i>Suelos</i>	1.480	45	1.5	0.34
	1.158	45	2.5	0.11
	0.916	45	5.0	-0.06
<i>Basalto</i>	1.365	45	2.5	0.26
	1.020	45	5.0	0.01
<i>Esquistos</i>	1.076	45	5.0	0.05
<i>Tobas</i>	1.316	45	2.5	0.22
	0.971	45	5.0	-0.02
<i>Dacitas</i>	1.448	45	2.5	0.32
	0.061	45	5.0	-0.06
<i>Andesitas</i>	1.418	45	2.5	0.30
	1.046	45	5.0	0.03

De lo anterior se puede afirmar que el ángulo de pendiente juega un papel principal para la ocurrencia de fenómenos de inestabilidad, aun para aceleraciones sísmicas muy bajas.

Los materiales tienden a movilizarse cuando presentan espesores de 2.5 m, con excepción de los esquistos que requieren de espesores próximos a los 5.0 m.

¹ Fs: Factor de Seguridad

² Ac: Aceleración Crítica

Los suelos son los más propensos a sufrir movilizaciones debido a la acción de movimientos sísmicos, de manera que aceleraciones tan bajas como 0.1 g son capaces de generar deslizamientos en este tipo de materiales.

Tabla 8.4 Factores utilizados y resultados del cálculo de la Aceleración Crítica durante la época de lluvia

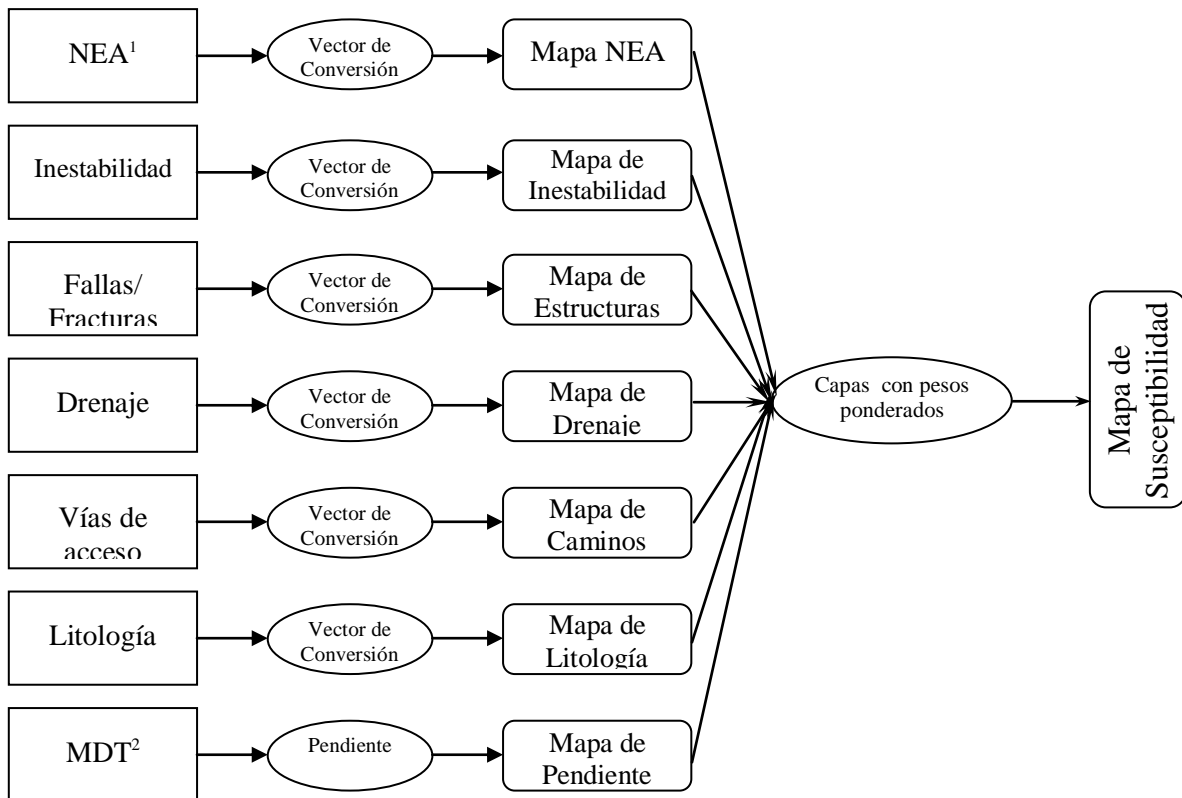
Roca	Fs	Pendiente (%)	Espesor (m)	Ac (g)
Suelos	1.228	45	1.5	0.16
	1.122	30	2.5	0.06
	0.737	45	2.5	-0.19
	0.026	10	5.0	-0.17
	0.197	20	5.0	-0.21
	0.050	30	5.0	-0.48
	0.073	45	5.0	-0.66
Basalto	1.064	45	2.5	0.05
	1.142	20	5.0	0.04
	0.614	30	5.0	-0.19
	0.418	45	5.0	-0.41
Esquistos	1.082	45	2.5	0.06
	0.010	10	5.0	-0.17
	0.368	20	5.0	-0.16
	0.086	30	5.0	-0.46
	0.137	45	5.0	-0.61
Tobas	1.496	30	2.5	0.25
	0.991	45	2.5	-0.01
	1.256	10	5.0	0.04
	0.872	20	5.0	-0.03
	0.444	30	5.0	-0.28
	0.320	45	5.0	-0.48
Dacitas	1.111	45	2.5	0.08
	1.057	20	5.0	0.01
	0.547	30	5.0	-0.23
	0.387	45	5.0	-0.43
Andesitas	1.094	45	2.5	0.07
	1.087	20	5.0	0.02
	0.571	30	5.0	-0.21
	0.398	45	5.0	-0.43

La Tabla 8.4 indica que en condiciones de lluvia los materiales existentes en el área de estudio están propensos a movilizarse, incluso sin la acción de movimientos sísmicos, tal como ha ocurrido en tiempos recientes, evidenciado en este trabajo de investigación.

8.3 Mapa de susceptibilidad

A partir de los datos de campo de inestabilidad, de los factores condicionantes se procedió a la aplicación de un modelo digital denominado Análisis Espacial (Spatial Analyst), que constituye una herramienta de ArcView GIS 3.2.

En general los parámetros utilizados en el modelo digital son los mismos definidos en el acápite 8.1. La ponderación de los datos se realizó siguiendo los criterios expuestos en el mismo acápite. A continuación se presenta el diagrama que define el análisis espacial.



La aplicación del modelo digital, de acuerdo a los datos de entrada, nos proporcionó dos mapas:

³ NEA: Nivel Estático del Acuífero

² MDT: Modelo Digital del Terreno

Mapa de pendiente (Figura 8.1): éste señaló que en el área de estudio las pendientes mayores de 45° son escasas. Las principales inclinaciones oscilan entre 20° - 45° , éstas áreas cubren aproximadamente el 40% de la superficie investigada, distribuida en su mayoría en la sección noreste y suroeste del municipio de Somoto.

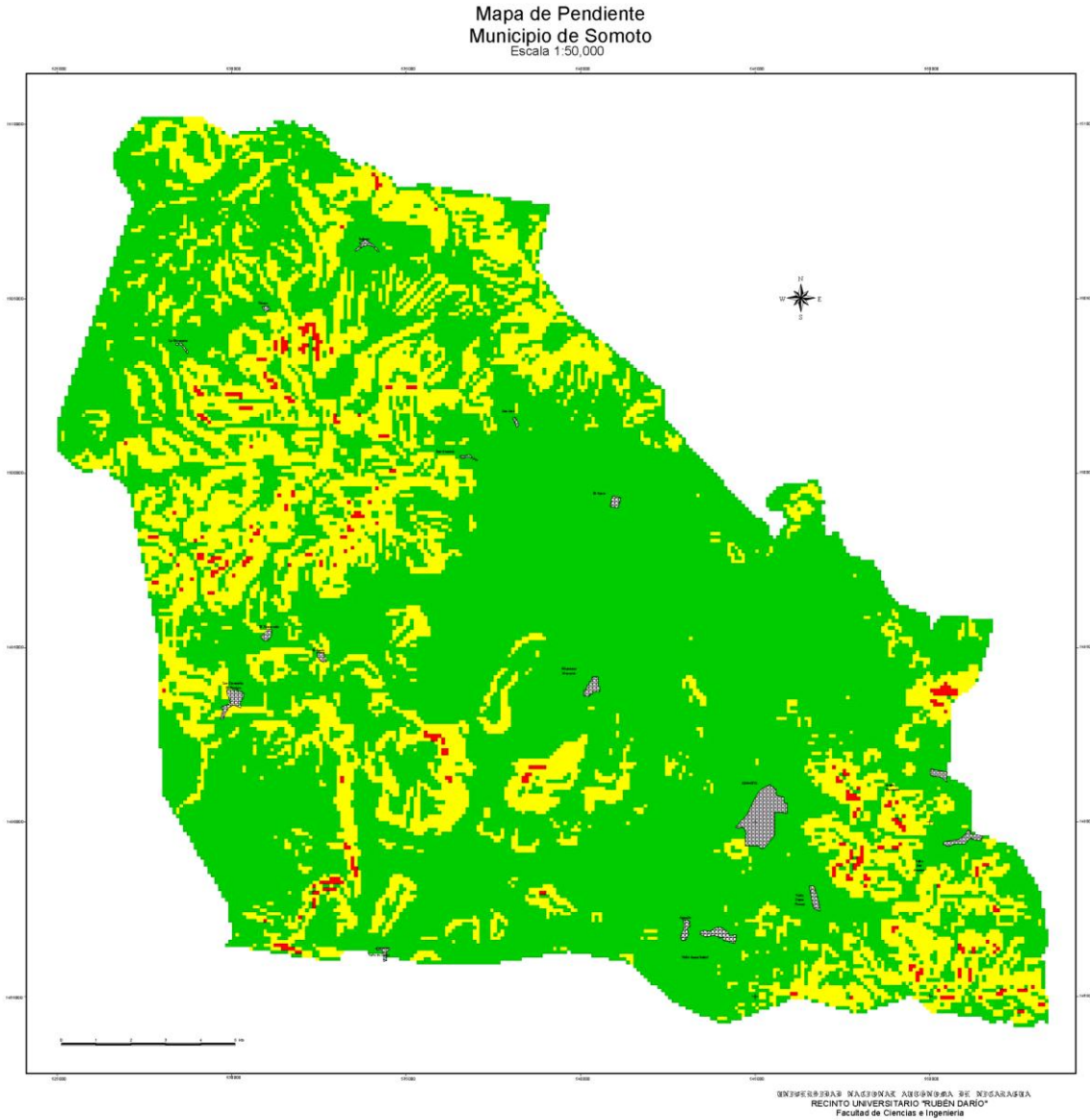


Figura 8.1
Abril de 2005
Managua, Nicaragua

- LEYENDA
- Ríos
 - Carretera de todo tiempo
 - Carretera pavimentada
 - Pendiente menor de 15°
 - Pendiente entre 15° - 30°
 - Pendiente mayor de 30°
 - Poblaciones

Tesis Monográfica:
La Sismicidad como factor desencadenante
a los fenómenos de inestabilidad de terrenos
en el área de Somoto
Presentada por:
Br. Laresska Valerie O'Connor Chávez
Para optar al Título de
Ingeniera Geóloga

Las inclinaciones mayores se encuentran relacionadas a las laderas de las partes elevadas de los macizos montañosos La Lumbrera, Cerro El Jicarito, Cerro El Horno, Los Macuelizos, Cerro Quisuca, Cerro La Coyotera y Cerro La Bandera, principalmente.

La zona definida para inclinaciones menores de 15° cubre aproximadamente el 47%; terrenos que muestran laderas con pendientes entre 15° y 30° ocupan el 27%, áreas con pendientes mayores a 30° se presentan en el 3% del municipio investigado.

Derivado del Mapa de Pendiente y sumado a los parámetros definidos en el acápite 8.1 se produjo el Mapa de Susceptibilidad (Figura 8.2).

El Mapa de Susceptibilidad presenta características muy similares con el Mapa de Pendientes, esto se debe a que los fenómenos de inestabilidad se producen con pendientes mayores de 15° .

De acuerdo a los criterios de zonificación más usuales se definieron tres zonas para el Mapa de Susceptibilidad:

- Zona de Susceptibilidad Alta (color rojo)
- Zona de Susceptibilidad Media (color amarillo)
- Zona de Susceptibilidad Baja (color verde)

Según los parámetros definidos en el acápite 8.1 se aplicó el modelo digital considerando tres niveles de susceptibilidad. Los resultados de la aplicación del modelo originó el Mapa de Susceptibilidad, Figura 8.2.

Las Zonas de Susceptibilidad Media y Alta se relacionan perfectamente con las características topográficas y de inestabilidad determinado durante la etapa de campo; así como de los otros parámetros enunciados anteriormente.

El modelo digital presenta algunas limitaciones. Por ejemplo, en el área cercana al Valle Cacaúl se muestran sectores con “Susceptibilidad Media” o “Susceptibilidad Alta”. Sin embargo, es claro que en esta área de manera natural este resultado es inválido.

La presencia de esta zona de Susceptibilidad media en el área de Cacaúl se debe a que en el modelo se aplicó los otros parámetros condicionantes (litología, nivel freático, fallas geológicas, desarrollo de vías de acceso. Como resultado se obtuvo la respectiva zonificación.

A pesar de este resultado, en general el modelo aplicado es válido para los fines de este estudio ya que se ajusta a los criterios geológicos y condiciones naturales del terreno en el municipio de Somoto.

Mapa de Susceptibilidad
Municipio de Somoto
Escala 1:50,000

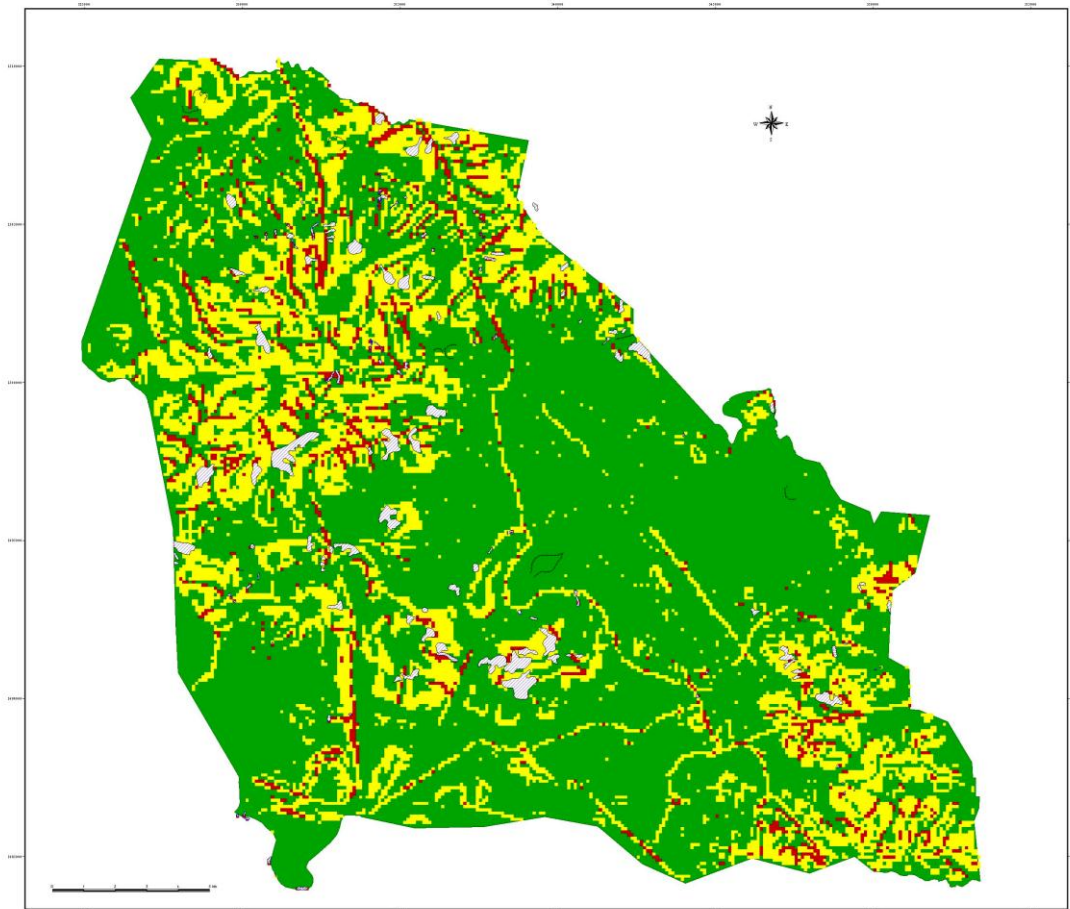


Figure 8.2
Abril de 2005
Managua, Nicaragua

LEYENDA

- Susceptibilidad Baja
- Susceptibilidad Medía
- Susceptibilidad Alta
- Escapes deslizamientos (Fotos aéreas 1996)
- Derrumbes fotos aéreas 1996
- Derrumbe
- Deslizamiento
- Deslizamiento + Derrumbe
- Escape
- Flujos de detritos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO "MILIBÉN DARÍO"
Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tesis Monográfica:
La Sismicidad como factor desencadenante
a los fenómenos de inestabilidad de terrenos
en el área de Somoto

Presentada por:
Br. Laresska Valerie O'Connor Chávez
Ponente de Tesis de:
Ingeniería Geológica

IX. CONCLUSIONES

Este estudio tiene como principal objetivo el preparar un documento que identifique la relación causa – efecto entre la actividad sismo – tectónica y los fenómenos de inestabilidad en el área del Municipio de Somoto, además de determinar las zonas susceptibles a inestabilidades de terrenos. En este sentido se presentan las siguientes conclusiones:

- 1) Se realizó un exhaustivo trabajo de campo en el que se cartografió el área de estudio a partir de 346 puntos de observación directa, información hidrogeológica a partir de 57 pozos, identificación de 20 epicentros sísmicos.
- 2) El estudio indica que en el área de Somoto se identificaron más de 80 sitios con presencia de fenómenos de inestabilidad, de éstos se elaboraron 73 fichas, en el que se describieron las principales características de los mismos.
- 3) Los actuales fenómenos de inestabilidad en el área de Somoto están principalmente relacionados a la pendiente de las laderas y, en segundo lugar, la presencia de agua y las características litológicas.
- 4) La actividad sísmica en el municipio de Somoto, registrada por la Red Sísmica Local de Nicaragua, indica que durante el período comprendido entre 1975 – 2002 sólo han ocurrido 20 sismos dentro del área de estudio; siendo el de mayor magnitud el ocurrido el 16 de noviembre de 1975 con 3.8^o en la escala Richter.
- 5) El análisis de la sismicidad indica que para un período de retorno de 100 años las curvas de iso – aceleración más cercanas al área de estudio presentan valores entre 0.22 y 0.24 g.
- 6) La asociación espacial de los sismos con relación a las estructuras disyuntivas (fallas o fracturas) es poco confiable debido a que la localización superficial de los epicentros pueden alcanzar hasta 10 km de error.
- 7) El principal tipo de falla identificado en el campo es normal, con dirección predominante NNE – SSW.
- 8) Sismos que produzcan aceleraciones sísmicas superiores a 0.22 g son capaces de desencadenar fenómenos de inestabilidad en sitios con espesores de material de 2.5 m y pendientes mayores de 20% durante los períodos de lluvia. En la época de seca estos fenómenos se producirán en sitios con pendientes mayores de 30%.
- 9) Los principales fenómenos de inestabilidad son de tipo flujos de detritos y derrumbes, aunque también se presentan deslizamientos superficiales y profundos.

- 10) El Mapa de Pendientes refleja la relación espacial de los fenómenos de inestabilidad con la presencia de laderas con pendientes superiores al 30%, principalmente.
- 11) La actualización del Mapa Geológico del Municipio de Somoto, excepto en un sector al noroeste del área de estudio (por problemas de acceso y seguridad en esta zona) permitirá a las autoridades locales tener información técnica que les ayude en la toma de decisiones estratégicas relacionadas al ordenamiento territorial.
- 12) A partir de los factores condicionantes (pendiente, inestabilidad histórica, agua, caminos, litología, fallas y fracturas) se elaboró el mapa digital de susceptibilidad a fenómenos de inestabilidad, identificándose tres zonas: Alta, Media y Baja.
- 13) La zona de susceptibilidad alta se corresponde a sitios con pendiente mayor de 30% y, coincidentemente, con los lugares donde se han registrado fenómenos de inestabilidad.
- 14) Los sitios críticos identificados en el área estudiada son los siguientes:
 - Carretera Somoto – El Espino (tramo La Ceiba – El Espino)
 - Camino San José – La Germania
 - Los Macuelizo – Cerro Marimacho
 - San Antonio – Mesa Los Anicillos
 - Valle El Tamarindo – Valle El Guayabo
 - Arado Quemado – Cerro Quisuca
- 15) La valoración de la vulnerabilidad a los fenómenos de inestabilidad no se realizó debido a dificultades económicas (necesidad de más recursos financieros para desarrollar más investigaciones de campo) y falta de tiempo.
- 16) En el municipio de Somoto los peligros asociados a inundaciones están limitados, principalmente al valle del río Coco, entre Los Corralillos y San Luis.
- 17) Otro problema relacionado a las fuertes lluvias es el de las erosiones que “corta” las vías de acceso, principalmente en el tramo de camino entre San José y La Germania.
- 18) Las actividades volcánicas se encuentran inactivas en el área de Somoto desde el Plioceno, aproximadamente hace 1.8 millones de años.

X. RECOMENDACIONES

- 1) Divulgar los resultados de este estudio dentro de la sociedad civil en Somoto, principalmente, Autoridades Municipales y Defensa Civil.
- 2) Ampliar la cobertura de la Red Sísmica Local hacia el Norte y Centro del país, para un mejor monitoreo de la sismicidad en estas zonas.
- 3) Completar la cartografía geológica, principalmente en el sector Noroeste del Municipio de Somoto; así como a partir de datos de perforación de pozos que no estuvieron a disposición para este trabajo.
- 4) Realizar trabajos o investigaciones geotécnicas destinadas a precisar los espesores de suelos, sedimentos y /o rocas alteradas o meteorizadas, disponibles para ser movilizados por factores desencadenantes (sismos o lluvias, principalmente)
- 5) Realizar un estudio de vulnerabilidad que permita la elaboración de Mapas de Vulnerabilidad que conduzcan a la valoración de Sitios de Riesgos para el Municipio de Somoto.
- 6) A partir de los resultados del Estudio de Riesgo se recomienda construir obras específicas destinadas a la mitigación o reducción del Riesgo.
- 7) Elaborar y difundir un Plan de Educación que contenga los elementos de divulgación de los fenómenos que generan peligros para las obras de infraestructura y/o para las personas. Esto permitirá que la población conozca los peligros y desarrolle formas prácticas de enfrentarlos positivamente.
- 8) Construir o colocar gaviones en el tramo de carretera La Ceiba – El Espino y en la sección del camino San José – La Germania, los cuales deberán ser definidos considerando las condiciones del terreno.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Carreño, R (Diciembre, 1998)* **Evaluación del Desastre y de Peligros Residuales en el volcán casita e Identificación y Evaluación Preliminar de Peligros Asociados a Terrenos Inestables en algunos puntos del Norte y Centro de Nicaragua. Informe de Consultoría.**
- Carreño, R (1999)* **Introducción al Estudio de Terrenos Inestables (Aproximación Preliminar a un enfoque Centroamericano). COSUDE. Nicaragua.**
- Carreño, R., Barreto, H (Mayo, 2000)* **Evaluación indicativa de Peligros derivados de Fenómenos de Inestabilidad y Torrenciales. Municipio de Somoto, Departamento de Madriz, Nicaragua. COSUDE.**
- Cruden, A.R. (1989).* **Neotectonic development of western Nicaragua.** Geoscientific Research in Nicaragua. Swedish – Nicaraguan joint project during the period 1981 – 1991. Edited by Sten Åke Elming, Lennart Widenfalk & Dionisio Rodríguez.
- Consultora Láinez - Martínez (1999)* **Estudios Geológicos – Geotécnicos en el Departamento de Madriz, NNW de Nicaragua, Centroamérica. Preparado para la Cruz Roja Española, Delegación en Nicaragua.**
- COSUDE/ AH (Febrero, 2001)* **Curso de Capacitación de Manejo de Riesgos Naturales “ Tipología de los Fenómenos de Inestabilidad”**
- Dengo, Gabriel. (1968).* **Estructura Geológica, historia tectónica y morfología de América Central.** Guatemala.
- Fenzl, Norbert. (1989).* **Geología, Hidrogeología y Geografía de Nicaragua.** UFPá. Pará, Brasil.
- Hodgson G (1972)* **Anotaciones y anotaciones mineralógicas de la planicie noroeste y de la precordillera occidental.** Catastro e Inventario de Recursos Naturales, Informe 13. Managua, Nicaragua.
- Hodgson G (1998)* **Fundamentos de Geología (Relativo a Nicaragua).** Tercera Edición. Managua, Nicaragua.
- INETER (Junio, 2001)* **Boletín Mensual “Sismos y Volcanes de Nicaragua”**
- INIFOM (2001)* **Caracterización del municipio de Somoto.**
<http://www.inifom.gob.ni>

IDNDR (2000) **Glosario de términos convenidos internacionalmente relativos a la Gestión de Desastres.**

Keefer (1984) Table 4, p. 409. Citado en Guideline for Evaluation and Mitigation of Seismic Hazard in California.
<http://www.consrv.ca.gov>

Martínez B, William & Láinez G, Carlos (1998) Estudio de Investigación de Fuentes Potenciales para el Abastecimiento de Agua Potable del Poblado de Somoto, Departamento de Madriz. Informe de Avance. Managua, Nicaragua. Preparado para la Alcaldía Municipal de Somoto.

McBirney A.R. & Williams H. (1969) Volcanic history of Honduras. University of California.

Sequeira Calero, V., Cruz Picón, A (1994) Manual de Investigación "Investigar es Fácil"

Sten Åke Elming, Lennart Widenfalk & Dionisio Rodríguez. (1999). Geoscientific Research in Nicaragua. Swedish – Nicaraguan joint project during the period 1981 – 1991. Lüleå University, Sweden.

Vilaplana, J. M (Diciembre, 1999) El Huracán Mitch y las Inestabilidades en las laderas: Una lección para la Evaluación del Riesgo Geológico. Universidad de Barcelona, Cataluña – España. Managua.

Weelock R, J., Incer B, J., Cardenal S, L & Rodríguez, A.C (2000) Desastres Naturales de Nicaragua. Guía para conocerlos y prevenirlos. Primera Edición. Managua.

Williams, R. L; Garayar, J & Ferrey, C (1971) Geología y Depósitos de Minerales de los cuadrángulos Dipilto, Macuelizo y Somoto. Informe No. 9. División de Geología, Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nicaragua.

Ptos	Coordenadas			Comunidad	Observaciones
	Este	Norte	Altura (m)		
1	538242	1501483	753	San José	Frente a la Escuela San José. Pseudoaglomerado el cual no es nada más que andesita verdosa afectada por el intemperismo, 1.5m de alto y 10m de longitud. Los bloques varían en dimensiones: 0.1m x 0.8m, 0.02m x 0.01m, 0.015m x 0.01m.
2	538031	1501481		San José	Zona de derrumbe. Riolita intemperizada. Escuela - Derrumbe N65W. Planos de fracturas N43W, 72NE; el buzamiento de las capas 22NW, N53E.
3	538395	1501221	759	San José	Toba intemperizada riolítica, 5m de espesor, 40m de longitud; 1.5m espesor de suelo coluvial de coloración beige-blanquecina, con abundantes fragmentos subangulosos-angulosos intensamente fracturados.
4	539033	1500633	726	Los Macuelizos	Andesita silicificada, 100m de longitud sobre el camino (N30W). El área alterada tiene 2m de ancho; en esta se observó cuarzo de baja temperatura.
5	540201	1499646	672		Suelo limo-arcilloso de coloración rojizo marrón, deleznable.
6	540727	1499283	660	La Carbonera (Cairo)	Es una zona llana, el suelo es limo arcilloso de coloración un poco parda.
7	541058	1499201	648	La Carbonera (Cairo)	Escuela (2). El suelo es limo-arcilloso.
8	541426	1498826	645		Suelo coluvial, se presenta con abundancia de cuarzo. Matriz limo-arcillosa. El material tiene 0.4m de espesor y se observa a lo largo del camino en los cortes.
9	542219	1498283	633		Casa del Sr. Rafael Carrasco. La zona es llana y se utiliza para el cultivo de maíz. Suelo limo-arcilloso.
10	542489	1498490	615	Quebrada El Cachinflinal	Brecha dacítica masiva de coloración púrpura violeta a parda con fragmentos subredondeados-subangulosos, 4.5m de alto, >120m de longitud. Presenta fracturas : N55W, 85NE; N28E. Suelo coluvial, espesor 2.5m.
11	542891	1498603	633		Suelo coluvial con presencia de material silíceo.
12	543175	1498726	630		Andesita masiva de coloración verdusca parda con dirección N-S. Se observa sobre el camino, ancho de 4m.
13	543400	1498425	640		Casa del Sr. Chilo Espinoza. La zona es llana, se usa para el cultivo de maíz, frijoles, trigo. El suelo es limoso- arcilloso de coloración pardo oscuro.
14	544071	1498435	624	Loma El Jiñote	Deslizamiento con dirección Sur franco, esto con respecto al punto de la coordenada. El Cerro Jiñote es brecha dacítica. El material del deslizamiento afecta la quebrada que se encuentra bajo éste.
15	544611	1498301	630	Las Limas	Corte para sacar material. En la pared NE se observó una secuencia de Brecha dacítica en la parte superior de 1.50m de espesor y en la parte central del corte está una dacita masica de 0.60m de espesor, el contacto entre ambas es de N15E, 58 al W; en la parte inferior de nuevo se observa la brecha dacítica con espesor de >0.30m. Mientras que en la pared NW se observó la misma secuencia pero a diferencia de la anterior en ésta se observa una falla normal N68W, 50SW con desplazamiento de 30 cm.
16	543795	1496950	573	El Limón	Qal (conglomerado). A unos 100m aproximadamente al N32W de este punto se observó el contacto entre la Brecha dacítica y la dacita masiva (N80E)
17	542656	1497409	627	Las Aceitunas	Qal.
18	542387	1496415	597	San Luis	Ubicación del Centro de Atención y Formación para Jóvenes Campesinos. AMISTAD

19	542100	1496073	645	Quebrada San José	Qal (conglomerado)
20	541630	1496107	642		Qal (conglomerado)
21	540546	1496024	630		Qal (conglomerado)
22	540294	1495827	627	Las Ventanas	Qal (conglomerado)
23	539623	1495570	645		Qal (conglomerado)
24	539260	1495488	630	Río Yari (Las Lajas)	Qal (conglomerado). Quebrada
25	529876	1486270	912	El Espino	Zona de derrumbe. El material rocoso probablemente basalto andesítico, se encuentra un poco alterado. Bloques dcm-cm, algunos aproximadamente de 1m, se presentan angulosos-subangulosos; están inmersos en una matriz arenácea gruesa deleznable, las dimensiones varían: 0.52m x 0.74m, 0.14m x 0.14m, 0.20m x 0.18m. La zona de cicatriz es 1m. En la escarpadura se encuentran árboles inclinados casi totalmente. Aproximadamente de la base a la escarpadura hay entre 30-35m con 45-50m de longitud. El canal de drenaje se encuentra obstruido por el material que se ha derrumbado.
26	530002	1486336	909	El Espino	Basalto de color grisáceo oscuro. Los bloques se encuentran dispersos. A unos 10m del sitio se encuentra un afloramiento de andesita de color gris claro, los bloques de éstas están inmersos en una matriz arcillo-limosa.
27	530054	1486323	891	El Espino	Zona de derrumbe. Basalto andesita. La loma aleña es de la misma composición. Los elementos vulnerables: camino, 2 casas ubicadas al pie de la loma y la quebrada de ese sitio.
28	530123	1486359	885	El Espino	Basalto andesita.
29	530427	1486412		El Portillo (El Espino)	Toba riolítica. Este material aflora e lo largo del camino, se presenta con una coloración blanquecina.
30	530796	1486519	834	El Portillo (El Espino)	Cementerio de El Espino. Dacita aflorando en la loma ubicada a 100m al sur del cementerio.
31	530964	1486591	825	El Portillo (El Espino)	Contacto entre Dacitas y tobas riolíticas (N-S). A unos 10m, se encuentra en contacto con la andesita (N15E). El fracturamiento es N65W.
32	531090	1486577	816	El Portillo (El Espino)	Contacto andesita y brecha dacítica (N15W). Posteriormente se encuentra la andesita en contacto gradual con basalto andesita.
33	531049	1484406	759	Los Tablones	Corte sobre la Carretera Espino - Somoto (N30W). Altura del corte: 12m. Pared NE. Elementos Vulnerables: Canal de drenaje y la carretera. Se presenta un sistema de fallas.
34	535416	1496653	700	El Espinal.	Escuela.
35	533881	1496560	720	El Cairo	Suelo arcilloso (vertisol). Terreno llano desprovisto de vegetación. En la parte central del cerro Arpa casi cerca de la quebrada se ubica 1 vivienda, anteriormente eran 2.
36	533451	1496650	723	El Cairo	Brecha andesítica .Banco de préstamo de material. 60m de longitud, 10m de alto en la parte superior, 5m de alto en la parte más baja. El material se encuentra intensamente fracturado con cierto grado de intemperismo.
37	532452	1496117	120	La Presa	Andesita masiva. Banco de préstamo de material. 3m de alto, 15m de longitud. Intensamente fracturado. Prácticamente es más lava que brecha.

38	532011	1496073	744	La Presa	Brecha andesítica de coloración parda-violeta. Se observa en todo el corte del camino. Los fragmentos tienen diámetros de 0.20m x 0.26m, 0.14m x 0.22m, 0.30m x 0.20m, 0.55m x 0.40m. El corte tiene 2m de alto con dirección N70E. Suelo de coloración marrón, 0.30m de espesor. Deslizamiento S75E del punto, aproximadamente 25-30m del borde del cerro.
39	531652	1496026	765	La Presa	Parte superior del cerro es andesita. La matriz es "dacítica", arenosa. Altura del corte: 1.5 - 2.5m; 50m de longitud. La coloración del material es púrpura-pardo grisáceo.
40	531035	1495328	765	Valle El Tamarindo	Escuela Rural Mixta "Rubén Darío". El cerro aledaño está provisto de vegetación de Pinos. Lado derecho del camino es andesita dacítica.
41	530345	1494798	783	Cerro El Colorado (Ladera NE)	Zona de derrumbe. Todo el cerro es de composición dacítica. El afloramiento está en el borde de la quebrada (S82E ó N85W), coloración púrpura-parda. La parte externa está meteorizada y se observa una coloración parda; mientras que la parte interna de la roca es de coloración púrpura. Textura fluidal. Los árboles se encuentran inclinados.
42	530288	1493862	822	Las Pintadas	Corte del camino N-S. Pared Este, bloques de andesita en una matriz "dacítica", 3.5m de alto, coloración marrón-parda anaranjada. Suelo con 0.20m de espesor de color marrón claro. Deslizamientos en dirección N61W y N58W.
43	530356	1493639	864	Las Pintadas	Escuela "Enmanuel Mongalo". Deslizamiento N8E.
44	530126	1493434	864	Los Caracoles	En los cortes del camino son evidentes los continuos derrumbes debido a la inestabilidad del talud.
45	529748	1493064	939	Caracoles	Zona de derrumbe. Brecha dacítica con incrustaciones de sílice dispuesta en bolsones irregulares de coloraciones verdusco-amarillento, amarillento-negro. El material está intensamente meteorizado.
46	529709	1493047	957		Contacto entre la brecha dacítica y la andesita. Corte de 5m de alto, 29.60m de longitud. La andesita es masiva y se presenta en bloques. La parte basal aparentemente pseudoaglomerado.
47	530380	1492419	940		Contacto entre la andesita y la dacita (S52E). El corte tiene un alto de 1.5m. Material alterado.
48	530691	1491777	858	San Antonio del Potrero	Contacto andesita y dacita (N18W). El suelo tiene espesor de 0.30m, coloración marrón. Pared NW, dirección del corte N50E.
49	530933	1491755	819	San Antonio del Potrero	Zona de derrumbe. Toba dacítica con fragmentos líticos máficos. Altura del corte: 40m. Longitud: 20m.
50	532553	1489983	816	Fila El Alto	Coluvio (aglomerado). Se encuentran inmersos en una Matriz dacítica. Los fragmentos son angulosos-subredondeados, son de composición variada (andesita, dacita). Altura del corte: 2.5m. Longitud: 10m.
51	532780	1489785	820	Fila El Alto	Zona de derrumbe. Riodacita un poco meteorizada. Bloques dispersos en el camino y en la base del cerro, estos presentan vesículas, son de textura fluidal. Las dimensiones varían desde decimétricos hasta métricos. Ambos lados del camino y lomas son del mismo material. Foto 19: Vista hacia el sur, es zona de derrumbe; se observa que el bloque en forma de hoja está propenso a caer, y por lo tanto en este caso el elemento vulnerable es el camino, la composición es de riodacita.
52	532833	1489540	807	Fila El Alto	Se observa la misma geología del punto anterior, Riodacita.
53	533422	1489464	700	Fila El Alto	Zona de derrumbe. Riodacita intensamente fracturada. La roca tiene una dirección N15E, 70 en la pared norte. El camino tiene una dirección N70E. Es una zona de alto peligro, por lo tanto los elementos expuestos en este caso son las vías de accesos.
54	535323	1488154	696	Loma El Jicaral (Ladera NW)	En la parte superior del cerro y hasta la parte casi de la base de éste se pueden observar los bloques de andesita; en cambio la toba dacítica se encuentra bajo esta a como se observa en el corte del camino. Se observan bloques en la parte inferior de la ladera.
55	543830	1489603	714	La Esperanza (Somoto)	Banco de préstamo de material. Andesita intensamente fracturada y un poco alterada, las capas buzan 25NW; el material es de coloración rojiza-marrón. Las fracturas llevan dirección N-S.

56	533650	1507550	876	Icalupe	Cerro Los Picachos. Dacita. Bloques dispersos en todo el cerro, varían en dimensiones desde centimétricos hasta métricos, se presentan desde subangulosos-subangulosos en toda la trocha, este material se presenta un poco meteorizada. En el cerro el material es más masivo y está fresca.
57	533285	1506252	882		Dacita. Se observan bloques en toda la ladera del cerrito y está más alterado en las orillas del camino. En los cerros predomina la vegetación de pinos y es abundante.
58	532804	1505365	864		Desde el camino se pueden observar en el cerro aledaño flujos de detritos, en total 4. El primer flujo de detrito se compone de 2 cicatrices (S30W), este tiene forma de Y; el segundo es poco más pequeño y tiene dirección S83W; el tercer flujo se divide en 2, aunque la parte más alta la escarpadura es más ancha que la de la parte inferior, este tiene dirección de N67W; y por último se observa una pequeña cicatriz sin dirección definida del flujo.
59	532557	1504946	849	Quebrada Lumbrera	Casa del Sr. Ramón Ignacio Guzmán Colindre. Se encuentra ubicada al pie de la ladera del cerro La Base en el cual se observa el flujo de detritos, además se encuentra a orillas de la quebrada la cual en ambos lados presenta aglomerados de diversas dimensiones, lo mismo que en el camino. Para el Huracán Mitch, esta casa fue afectada debido a la crecida de la quebrada, la cual afectó la parte trasera de la casa. La casa tiene 4 años de haber sido construida.
60	531979	1505325	921	Lumbrera	Casa del Sr. Donald Jacobo Sánchez. El suelo es producto de la alteración de la dacita, es limoso. El cerro La Lumbrera es la vista sur desde la casa. Se observa fracturamiento con dirección N20E ó N25E.
61	531507	1504943	864	Lumbrera	Andesita. El afloramiento se encuentra un poco meteorizado, la roca está hecha polvo, este se presenta a lo largo del camino. A unos 50m, bajando el camino se observa un afloramiento que está constituido desde la parte superior hasta la parte inferior por capas de: Suelo (0.30m), Bloques de andesita (0.70m), Aglomerados en una Matriz dacítica (1.50m), Dacita (1.20m), Toba riódacítica (2.0m), Dacita que es la parte que se encuentra en la base. algunos de los bloques de la parte superior se han depositado en el camino producto de los continuos derrumbes que ocurren en la zona, afectando a la vez la quebrada más cercana al sitio, ésta se encuentra seca.
62	531475	1504651		Quebrada Orocuina	Dacita meteorizada. El camino está interceptado por la quebrada tiene dirección N20W, ésta a su vez está afectada por un pequeño derrumbe.
63	531098	1504617	810	Yaraje	Se observa contacto entre toba riódacítica, lava aglomerádica y la andesita; aunque en la parte superior de la loma la geología que la constituye es la andesita, los bloques están dispersos en toda la loma hasta el pie del camino.
64	530752	1504573	813	Yaraje	Flujo de detritos, N5E a partir del punto tomado en el camino. En el borde del camino se encuentran bloques del flujo. Este flujo se compone de dos cicatrices.
65	530456	1504581		Yaraje	Deslizamiento. El material es toba riódacítica. El suelo tiene un espesor de aproximadamente 20 cm.
66	530123	1504606	768	Yaraje	Intersección de 2 quebradas: la principal lleva dirección N-S, y la secundaria tiene dirección E-W. Los afloramientos de las quebradas están constituidos por andesitas intensamente fracturadas, las cuales se encuentran en bloques dispersos en el lecho de ambas quebradas.
67	529339	1504014	705	La Germania	Afloramiento de dacita en la quebrada la cual tiene dirección N-S; en el lecho se observan bloques cm a métricos. Dimensiones: 0.10m x 0.13m; 0.08m x 0.15m.
68	531295	1504830	825	Yaraje	Deslizamientos (3), la separación es de aproximadamente 10m. Dirección del deslizamiento central: N52E.
69	531543	1504937	849	Lumbrera	Tercer deslizamiento del punto anterior.
70	534378	1506603		Icalupe	Derrumbe N18E, lavas masivas. Bloques lávicos (con pequeñas vesículas) de dimensiones de: 1.0m x 0.6m; 0.50m x 0.46m; 0.16m x 0.16m. La capa superficial de 0.30m, de coloración anaranjado claro-beige. El material presenta alta meteorización. La relación de altura es 21:8.5. Elemento vulnerable: La Quebrada.
71	534304	1506621	915	Icalupe	Derrumbe, lavas. Suelos arenosos de coloración beige blanquecina - naranja. Fractura N58E. Elemento vulnerable: La Quebrada.

72	534775	1506199	894	Buenos Aires	Toba dacítica. El corte está afectado por un sistema de fallas y fracturas. En el relleno de las fracturas es el mismo material de toba dacítica, pero se encuentra intensamente meteorizado y fracturado por el movimiento. El material es más limoso que arcilloso.
73	535036	1506052	915		Flujo de detritos, S50W. Considerado activo debido a la inclinación de los árboles.
74	535159	1506105	927		Deslizamiento, N22E. También activo, los árboles de pinos se encuentran inclinados. Bloques en toda la ladera noreste del cerro, aparentemente han seguido cayendo, llegando hasta la orilla del camino.
75	535573	1506090	879	Km 245 (Camino a Icalupe)	Afloramiento de toba dacítica. Se observa desplazamiento vertical de las capas de color blanquecina, el cual es de 17cm, pared NW. La dirección de las capas es N20W, 9W. En la pared NE se observa una secuencia de tobas dacíticas en la parte superior, aglomerados en la parte central y dacita masiva en la parte basal. Flujo de detritos en dirección S80E.
76	535935	1506026	834		El afloramiento del camino es de aproximadamente 2m de alto, en el cual se presenta el suelo con espesor de 20cm; posteriormente un cuerpo tabular fracturado de 1m de espesor con dirección N65W, se encuentra bien silicificado y por último en la parte inferior tenemos la dacita con una coloración violeta oscura.
77	535309	1505595	909		Toba dacítica, se encuentra intensamente meteorizada. Presenta fracturas con dirección N3W y N15W.
78	535633	1505337	990		Toba dacítica bien alterada, de coloración amarillenta - blanquecina.
79	535775	1504932	975	Las Vueltas	Casa del Sr. Cristino Gradiz Rueda. El suelo es toba dacítica de coloración blanquecina - crema.
80	535713	1504610	1005		Zona de derrumbe. Material suelto, suelo arenoso. El suelo cobertera de aproximadamente 0.3m de espesor. Elementos vulnerables: La trocha (camino).
81	536053	1504133	970	Portillo La Palma	Zona de inestabilidad. Toba dacítica.
82	536434	1504272	885		Quebrada, N62E.
83	537234	1504419			Toba dacítica un poco meteorizada. Se encuentra dispersa en bloques. La vegetación es de pinos. La parte externa de la roca IN SITU presenta una coloración marrón oscura y la coloración de la parte interna es beige-naranja.
84	537552	1504669	972		Zona de derrumbe (pared N). Esquistos micáceos con intercalaciones de sílice. El corte del camino se está derrumbando, así como también los bordes de éste, lo cual afecta de manera negativa la vías de accesos. Las capas de esquistos micáceos buzan 40NW. El cuarzo se presenta plegado. la capa de suelo tiene 0.3cm de espesor.
85	537093	1505460			Contacto entre tobas dacíticas (aglomerados coluviales) y lavas dacíticas, N27E - 38NW
86	536525	1505946	816		Brecha dacítica masiva. Pared NW. Fracturas: 22 al NW, N23W. Los clastos de cuarzo de 0.1m x 0.15m; y los fragmentos 0.15m x 0.17m los de mayor tamaño.
87	536539	1505747	894		Pared NE, contacto entre la dacita con intercalaciones de sílice y aglomerados en una Matriz de dacita, el contacto es N36E - 28SE. Suelo 0.20 - 0.30m; alterita 0.70m; dacita 3.0m; aglomerado 4.5m. En la pared SW se observa desplazamiento de la dacita de 20cm, la falla lleva dirección N22E ó N80W. Se observó fracturamiento conjugado con dirección N80W y N60W.
88	537342	1505374	966		Zona de inestabilidad. Esquistos micáceos plegados. Se observa un bloque silicificado de esquisto. A 50m aproximadamente se observó una falla del tipo inversa. El material es suelto, de coloración parda grisácea. El camino lleva dirección NE - SW.
89	537542	1505229	969	Km 242 (Camino hacia Icalupe)	Zona de inestabilidad. Esquistos micáceos plegados. Se presenta una zona de falla, el extremo derecho lleva dirección N43W - 55SW, mientras que el extremo izquierdo N27W. Se presenta un material metamórfico silicificado en forma de bolsón y tabular, bajo este material se encuentra cuarzo.

90	537628	1505049			Contacto entre dacita silicificada y esquistos. El contacto es una falla con dirección N5W. Las fracturas llevan dirección N5W y N85E, tienen separación unas de otras de 20cm - 1m, y las más cercanas de 15cm.
91	537567	1504839	951		Zona de inestabilidad. Esquistos. Deslizamiento N-S. El árbol en la parte alta que se encuentra inclinado está en dirección N18E. La quebrada tiene dirección S62E.
92	537681	1504578	1182	Km 241 (Camino hacia Icalupe)	Zona de inestabilidad. Esquistos silicificados.
93	538150	1504560			Material metamórfico silicificado. Se presenta fallamiento normal, N28E. En la pared frontal se presenta el mismo comportamiento de la falla, lleva dirección N64W - 30SW.
94	537892	1504070	948		Zona de inestabilidad. La quebrada lleva dirección E-W. En la ladera del cerro se pudo apreciar algunos árboles caídos y bloques en el camino.
95	537676	1503982	909		Zona de inestabilidad. Esquistos micáceos plegados un poco meteorizados.
96	537600	1503680	870		Zona de inestabilidad. Contacto entre material metamórfico y toba dacítica fuertemente meteorizada. El contacto está dividido por la quebrada con dirección NW - SE.
97	537307	1503431	864		Toba dacítica, compacta, coloración parda amarillenta, se presenta un poco fracturada (N80W, 58 al N).
98	537498	1503257	837		Contacto gradual entre toba riolítica masiva intensamente fracturada (N55W, 50SW) y lava dacítica de color grisácea.
99	530900	1484950			Zona de derrumbe. Pared Oeste, secuencia de dacita y tobas dacítica, algunos bloques de andesita. Las capas de las tobas dacíticas aparentemente buzanan al oeste. El corte mide 22m de alto. Elemento vulnerable: canal de drenaje y la carretera.
100	530909	1485762		Km 237 (Carretera hacia el Espino)	Pared SW. Tobas dacíticas, la alteración de ésta ha producido suelos arenosos, la coloración es beige oscura. El suelo tiene 0.4m de espesor. El corte mide 12m de alto y 100m de longitud. Falla N78E.
101	530186	1486232	910	El Espino	Pared sur. Corte de aproximadamente 4.20m de alto y 35m de longitud. Se presenta una secuencia material de izquierda a derecha de: (1) Material de coloración verdusca producto de la alteración de la andesita por cloritización lo cual deja en evidencia parches de coloraciones más intensas que la Matriz, se encuentra un poco húmedo y agrietado, es de aprox. 1m de espesor. (2) Basalto andesita de 1m de espesor en el lado izquierdo y 2.5m en el lado derecho, longitud de 10m. (3) Dacitas alteradas de 5m de alto, coloración parda. (4) Dacitas andesitas de 0.7m - 1m de longitud, coloración gris oscura. (5) Aglomerados basalto andesita. (6) Dacitas alteradas. (7) Dacitas alteradas pero con abundancia de fragmentos en su Matriz, altura de 12m, longitud 70m. (8) Lavas dacitas andesitas (N21W, 38SW), intensamente fracturadas (N29E, 42SE; N31E, 62SE).
102	531920	1483978	756	Km 34 1/2 Lugar Vuelta La Barranca	Zona de derrumbe. Corte de aprox. 300m de longitud. Andesita silicificada localmente debido a la alteración hidrotermal, espesor de 15cm, N57W - 85SSE. La alteración hidrotermal se presenta más donde está fracturado, proporcionando a su vez coloraciones diversas en las rocas. En la parte central del cerro se presenta un bolsón de alteración hidrotermal; todo éste es de composición andesítica. Las andesitas silicificadas se encuentran más en la parte baja de la ladera, con buzamiento de 36S. Falla (N10E) con desplazamiento vertical de 25cm; el plano de falla es N57E, 65SE. Las fracturas son N15E; N27E; N10E.
103	543736	1486664	750	Valle Santa Isabel	Andesita masiva aflorando en el lecho de la quebrada. La quebrada lleva dirección NW - SE ó N55W. La mayoría de las fracturas están rellenadas de sílice, éstas llevan dirección N40W; N45W; N55E; N82E, 80 al sur.
104	542818	1485530	780		Andesita silicificada un poco meteorizada de color parda. Aflora en los lados del camino.
105	542030	1485766	723		Andesita silicificada. Se observan abundantes bloques dispersos de andesitas. La quebrada tiene dirección N60W.
106	541325	1486441	729	El Alto	Andesita silicificada. Corte de aprox. 10m de longitud y 2.5m de alto. Fracturas: N80E; E - W, aunque son más E - NE.
107	540994	1487370	702	Santa Rosa	Zona llana. Qc.

108	541562	1488088	693		Aglomerados.
109	542296	1488575	723	Los Copales	Andesita alterada. Las fracturas llevan dirección N62W.
110	546440	1488231	744	Valle Santa Teresa	Andesitas un poco alteradas aflorando en el lecho del río, presentan diversas coloraciones desde gris oscura hasta rojiza. La quebrada tiene dirección N80E, ancho 8m. Las fracturas N74E; N17W.
111	546546	1487761	795	Santa Teresa	Escuela Cristo Rey.
112	546523	1486763	876	El Rodeo	Andesita meteorizada. Corte de 50m de longitud y 10m de alto. La coloración es café por la alteración de los minerales máficos. Fracturas con dirección N67W; N - S.
113	546471	1486084		El Rodeo	Andesita alterada. Corte de 7m de alto y 15m de longitud. Fracturas rellenas de sílice, tienen dirección N - S y E - W.
114	546987	1485934			Andesita meteorizada. Corte de 20m de longitud y 12m de alto. Fracturas N - S; N32W; N40W. Pared sur.
115	547380	1485741	1011	El Zapote	Centro Escolar Autónomo El Zapote. En la pared oeste se observa andesita alterada de coloración gris parda.
116	547029	1487824		El Paraíso	Andesita meteorizada.
117	548006	1487435	855		Andesita de coloración parda. El suelo es arenoso - grueso.
118	548171	1487400	861		Escuela República de México
119	548705	1487255			Afloramiento de andesita en la pared SW del camino; 2m de alto y 7m de longitud. Deslizamiento (N14E)
120	549273	1487233	940	Portillo El Jicarito	Desde el camino se puede observar un deslizamiento con dirección S35W, el cual afecta parte de la ladera del cerro cuatro esquina o Anisal.
121	549364	1487173	942	Portillo El Jicarito	A unos 100m del punto anterior y sobre el camino se observan afloramientos de dacitas alteradas, éstas presentan coloraciones desde violeta clara a grisáceos pardas.
122	549000	1487854	804	El Jicarito	Afloramiento de andesita en uno de los bordes del camino. Deslizamiento en dirección S8W.
123	549270	1488169	825	El Jicarito	Afloramiento de andesita en el borde del camino, coloración marrón oscura debido a la alteración de los minerales máficos.
124	549903	1488926	759	San Antonio de Padua	
125	551135	1489768	714	Valle San Antonio	Qal, aglomerados. La quebrada tiene dirección E - W ó N80W
126	551176	1490009	711	Valle San Antonio	Zona de alteración hidrotermal, andesita silicificada con dirección N38W, coloración verdosa blanquecina y algunos parches de color verde oscuro.
127	551191	1490413	711		Qcl. Zona llana, la utilizan para cultivo del maíz.
128	551087	1491002	699	El Llano	Qr. El suelo es de coloración rojiza oscura, lo utilizan para cultivar.

129	549990	1491466	732	Arado Quemado	Qcl. Corte de 4m de alto y 20m de longitud. La capa de suelo orgánico es 25cm aprox. Suelo arenoso con abundantes fragmentos de rocas de diversas dimensiones, se presentan angulosos a subangulosos; se presenta una estratificación normal (gruesos-finos-gruesos).
130	549245	1491787		Km 212 (Somoto)	Zona inestable. Pared sur. Corte de aproximadamente 10m de alto y 100m de longitud. Presencia de dique diorítico en la toba andesítica. La toba andesítica se encuentra fuertemente fracturada, masiva; ésta lleva la misma dirección del dique diorítico que es N58W. El dique es de material compacto y de coloración marrón oscura debido a que se encuentra un poco alterado, el ancho es de 3m. Las fracturas presentes en la toba andesítica llevan dirección N82E. Se observó desplazamiento de unos bloques masivos de la toba, la falla es del tipo inversa y es N - S.
131	549080	1491778	744		En este punto hay la presencia de 2 cuerpos dioríticos (diques), la separación entre ellos es de 4m; la dirección del cuerpo más ancho (3.40m) es N12W, mientras que la del segundo cuerpo (0.60m) es N23W. A unos 100m aproximadamente, en la pared NE se presenta el dique diorítico más ancho con dirección N63W, y a unos 6m de éste una fractura con dirección N - S con buzamiento de 40 al este.
132	548047	1492597		El Cascabel	Dirección del dique E - W, 4m de ancho. Dirección de la carretera N56W.
133	547698	1492733		Km 214 (Las Delicias - Somoto)	Zona inestable. Corte de 100m de longitud y 4.5m de alto. Dacita de color violeta, el material es un poco suelto y hay algunos bloques de forma masiva.
134	546618	1492679		Km 215.200 (Somoto)	Afloramiento de aglomerado dacítico con un cuerpo de 2m de ancho de dacita masiva de color verde a púrpura clara.
1B	532245	1505707	879	Las Lumbreras	Toba dacítica
2B	532342	1505743	873		Flujo de detritos. Toba dacítica. Formación superficial 30-40 cm de coloración parda oscura; alterita 80 cm color beige oscura, arenácea; tiene forma elipsoidal. La zona de rotura es de 4m de ancho; zona de trayecto 3m; zona de depósito 7m de longitud x 6m de ancho; pendiente 40%, N80E. Uso de suelo: forestal; elementos vulnerables: vía de acceso (N-S). Post Mitch. Asociado a inclinación de la pendiente. Activo.
2B ₂					Sobre el camino (S25W) a 300m del punto anterior. Afloramiento de lava aglomerática de 30m de longitud (Dacita - Andesita ?)
3B	532255	1506122			Deslizamiento superficial, ubicado al S6W del camino. Toba dacítica. Uso del suelo es forestal. Post Mitch.
4B	531823	1506804	714		Coluvio
5B	531150	1507350			Casa del Sr. Julio Espinoza
6B	530318	1507706	540		Suelo rojizo, aspecto arenoso grueso, zona de alteración hidrotermal. Silicificación.
7B	530120	1507881	489		Dacita. La quebrada lleva rumbo N15E. Las paredes miden 12m de alto y 7m de ancho.
8B	531672	1509320	453		Desde el punto anterior a este, se observo en ambas laderas la misma composición. Lavas brechosas dacíticas de color gris celestes, las cuales se encuentran intensamente fracturadas.
9B	532140	1508930			Coluvial
10B	532677	1508426			Casa Sr. Juan Díaz
11B	534535	1506096	906		Terreno totalmente inestable, presenta abundante deslizamientos superficiales. Estos movimientos se encuentran en estado activo. Capa superficial 70 cm. Falla ? N80W
12B	534567	1506020	912		Reptaciones b (S79W) - c (S73W); flujos a (Oeste Franco, 90) - d (S34W) - e (S54W). Ladera opuesta con respecto al punto de observación tiene S75W. A unos 50m del punto de observación se observo una fractura con dirección N85W.

13B	534628	1505894			El cerro se encuentra en dirección S95E del punto. Rumbo de la cima - borde NE - SW; ladera Este. El cerro presenta reptaciones en sus laderas y pequeños flujos.
1C	533824	1506150	861		Camino: piso de toba dacítica y ambos lados del camino, el corte tiene 1m de alto, es de color pardo oscuro. Fracturas: rellenas de arcillas, 2 paralelas, N8E, N10E. Zona de cultivo de maíz, frijoles (Qr)
2C	532940	1505370	876		Toba dacítica, compacta, color pardo oscuro. Composición del cerro, corte de aproximadamente 10m. Fractura: N68E, 52
3C	533186	1505325	942		Deslizamiento N58W
4C	533284	1505281	954		Flujos de detritos. Toba dacítica. a) capa superficial 80 cm, suelo con abundantes fragmentos, zona de trayecto 3.20m; zona de deposición 2m; ancho 3.50m, forma lobular; orientación de ladera 35%- N40E; uso del suelo es forestal; elemento vulnerable: quebrada; Post Mitch. b) capa superficial 30 cm, alterita 35 cm, zona de trayecto 18m; ancho 5m.
4C₂					Flujos de detritos ubicado a 100m del punto anterior. Toba dacítica. Capa superficial 60 cm (30 cm de formación superficial, 30 cm de alterita). Pendiente N60E - 35%. Uso del suelo es forestal. Zona de trayecto 20m; ancho 2.70m; zona de depósito 11m.
4C₃					Flujos de detritos ubicado a 70m del punto anterior. Toba dacítica. Capa superficial 40 cm (15 cm de formación superficial, 25 cm de alterita). Pendiente N68E - 35%. Uso del suelo es forestal. Zona de trayecto 15m; ancho 2.5m; profundidad 2m. Elemento vulnerable es la quebrada.
5C	533466	1505033			Contacto entre toba arenácea y toba dacítica. Quebrada N-S. Coluvial subyaciendo sobre toba arenácea grisácea oscura de 0.6m, posteriormente bajo esta una toba dacítica de color pardo oscuro de 1.60m.
5C₂					A 100m del punto anterior. Pared de 10m de alto: Aglomerado de 3m de espesor sobre una capa de toba arenácea de 3.5m de espesor, posteriormente se encuentra una capa de toba dacítica la cual presenta desplazamiento de 80 cm.
6C	533910	1504450			N-S con respecto a la casa de la intercepción. El material observado a lo largo del camino es toba dacítica.
7C	533500	1503680			Suelo producto de la alteración de la andesita. Zona Laterización a ambos lados del camino 1m de alto, color rojizo marrón. En la parte de encima hay 30 cm de coluvio.
8C	532130	1502180		La Montaña	
9C	534762	1506381	942		Dacita de coloración beige parda, intensamente fracturada. Fractura: 68 al E. Falla: E-W, 62 al N.
10C	534878	1506405	948		Dacita. Fractura: N70W, 60 al N; N66W, 52 al N20E.
11C	535133	1506852	966		Dacitas. Composición del cerro.
12C	534680	1507800		Los Arrayanes	Dacitas.
1D	544990	1493412			Material arcillo limoso 1 m de espesor. El camino es de todo este material, de color pardo oscuro. Zona llana. Llanura aluvial. Cultivos de Henequén.
2D	544085	1494112	630		Pequeño afloramiento de dacita alterada, con fracturas/ vetillas de cuarzo en dirección N5W. Vetillas rellenas de arcilla N25W. Suelo arenoso grueso.
3D	544037	1494304			Material/ suelo producto de la alteración de dacitas. Zona de inundación. El camino se encuentra en muy mal estado. Se presenta socavamiento a los lados del camino.
3D₂					A 100 m hacia el Oeste del punto anterior. Suelo dacítico. Vetillas de calcitas hidrotermales: N25E, 40 al SW; N40W. Los fragmentos provenientes del cerro aledaño son riódacitas.
4D	543444	1494590	454		Andesita intemperizada 0.70 cm; SM-2D de color caqui andesita silicificada 0.36 cm; dacita intemperizada 47 cm. Falla lateral derecha: a) plano de falla 70 cm, desplazamiento horizontal 60 cm, dirección N5E; b) plano de falla 50 cm, desplazamiento vertical no se observa, desplazamiento horizontal 40 cm, dirección N10W. Contacto entre " Dique de dacita " y andesita silicificada N60W. Esta dado por una falla y la solución hidrotermal que altero.

5D	543196	1494684	636		Vetillas de calcita (N40E) en la dacita. Se observan aflorando a lo largo del camino. El ancho varia de 10 - 20 cm.
6D	542981	1494834	630		Contacto entre dacita y andesita (N25W). A 100 m al E de la quebrada es Qal.
7D	542722	1495037	615		Qal, zona de arrastre de material. Quebrada, intercepción del camino.
8D	542640	1495200			Dacita o riodacita?. Dispuestas en capas lenticulares (N82E, 40° al N). 15m de ancho, sobre el piso del camino.
9D	542150	1495920			Andesita
10D	544430	1493315			Suelo dacítico
11D	544833	1492687	678		Andesita intemperizada , se presenta con meteorización esferoidal.
12D	547400	1491940			Dacita y por debajo de esta se encuentran andesitas. Forman una loma.
13D	547400	1491330			Andesitas, se presenta con meteorización esferoidal.
1E	538536	1492875	618		Casa del Sr. Pedro Oliveras Rodríguez (40 años de vivir). La construcción del puente fue en el período del huracán Juana. Durante el Mitch el río inundó la parte mas alta, aproximadamente a unos 15 m de las casitas (2). El río tenía un ancho de 50m antes del Huracán Juana; después llegó a medir 200m. Para la construcción de las cunetas y andenes se sacaron bolones del lecho del río, por eso es que ahora corre mas el agua ya que anteriormente éste estaba condicionado. Los pozos tienen 14 vrs, 15 vrs. Las paredes del río miden 5m. Suelo arcillo-limoso. Zona de inundación (Qal)
2E	538781	1492796	633	El Naranja	Zona de derrumbe. Abundantes bloques sueltos. Corte de 70 - 100m. Zona de cultivo de maíz. Elementos vulnerable: Casa del Sr. Eusebio Valles. Para el Huracán Mitch descendieron algunos bloques.
3E	539338	1493250			Qal. Llanura de inundación. No hay demasiada infiltración. En el mapa no está ubicada la alcantarilla.
4E	539828	1493448	650		Qal. Zona de cultivo de maíz.
5E	540263	1493852	639	Hermanos Martínez	Qal. Llanura de inundación. Realizaron un pozo de 80 m y tiene agua a las 15 vrs.
6E	540940	1494200			Qal. Llanura de inundación. Cultivo de maíz y frijoles. Casa de la Sra. Gissella Lobos.
7E	541370	1494514			Riodacita.
8E	541583	1494315	642		Andesita con silificación. Color gris violeta.
9E	542035	1493852	670		Qal/ Qcl indiferenciado.
10E	542441	1493624			Afloramiento de andesita. Camino E - W.
11E	542668	1493597			Afloramiento de dacitas intemperizadas.
12E	542827	1493600	711		Dacitas con vetillas de calcita N16W, N50W.
13E	543175	1493042	708		Andesitas.
14E	543466	1492800			Andesita alterada
15E	543620	1492780			Andesita. Vetillas de calcita N50W, N16W.

16E	543750	1492700		Las Palancas	Andesita. Vetillas de calcita N75E, 10 cm de ancho.
17E	543923	1492140	687	Tierras Blancas	Andesitas intemperizadas.
18E	544358	1491845	687	San Joaquín	Andesitas.
19E	544532	1491514	690		Andesitas intemperizadas. Vetillas totalmente alteradas con dirección N - S
20E	545025	1491163			Andesitas. Corte de 3m de alto x 70m de largo. Andesita (90cm) fracturada, Andesita alterada con meteorización esferoidal (50m), andesita silicificada (0.6m). Fractura N75E, 75° al sur. Pendiente 10°. El piso del camino es andesita con meteorización esferoidal.
1F	549326	1494718	828	Valle San Juan de Somoto	Andesita color ladrillo, intensamente intemperizada (suelo) de 2.5 m de alto. Aflora a lo largo y ancho del camino, este se encuentra en mal estado, hay socavamiento en los bordes del camino. Abundantes vetillas de calcita: a) N45W de 2 cm de ancho, b) N65W de 1 cm de ancho; ambas presentan una separación de 3.70 m hacia el N40E. La dirección preferencial de las vetillas de calcita varía de N20W a N70W en general y la apertura de las vetillas es 1 - 5 cm; la longitud total del área afectada por las vetillas es de aproximadamente 40 m. Las vetillas tienen separación desde 0.3m hasta 10m entre ellas.
2F	549128	1494486	756	Valle San Juan de Somoto	Andesita intensamente meteorizada, color rojizo. El camino presenta socavamiento en todo el trayecto.
3F	548960	1494300		Valle San Juan de Somoto	Corte de 2.5m con abundantes fragmentos de cuarzo coluvial en la pared E. Socavamiento del camino de 1.5m de apertura x 0.7m de profundidad. Los fragmentos son de cuarzo lechoso, brecha de cuarzo y andesita silicificada.
4F	548707	1494116			Corte de 22.80m de longitud. Dacita alterada tiene 15m de longitud; andesita intensamente fracturada de color verde tierno y amarillo oscuro tiene 1.80m de longitud, lleva dirección N20E; dacita alterada de 6m de longitud.
5F	547953	1493986	708		Dacitas en el lecho del camino y la quebrada aldeaña. A 50m vetillas de zeolitas (muestra)(N55W) en contacto con la dacita.
6F	547414	1493655	655		Secuencia de suelo, andesita masiva, andesita alterada y andesita masiva. A 80m aflora andesita color ladrillo con fracturas rellenas de calcita (N-S); alto 2.5m x 15m intensamente fracturada.
7F	547260	1493450			Andesitas con vetillas de cuarzo N80W, con apertura de 50cm.
1G	534200	1506060	906		Toba dacítica con fracturas rellenas de arcilla, con dirección preferencial entre N18E a N20E y buzamiento 87° al W. Aparentemente son fallas laterales izquierda y la componente vertical indica fallamiento inverso con desplazamiento de 12 - 15 cm. A aproximadamente 80m sobre el camino el sistema está siendo afectado por un fallamiento con rumbo N60W. Las del sistema W son más jóvenes que las E.
2G	534146	1505490	999		Brecha/ Aglomerado de andesita.
3G	534070	1504930	1056		Andesita masiva, oscura, algo intemperizada, se encuentra cubierta por material coluvial. Los fragmentos toba dacítica, andesíticos varían en dimensiones. Zona de escorrentía superficial.
4G	534152	1505815	954		Contacto entre tobas dacíticas y dacitas (N42E)
5G	534036	1506104	876		Toba dacítica cubierta por suelo residual.
1H	537858	1500946	765		El basamento del camino es de composición riodacítica, se encuentra cubierta por material coluvial. Los fragmentos son angulosos-subangulosos. En la zona se cultiva maíz.
2H	537294	1500821	723		Riodacitas cubierta de suelo residual y coluvial (Qi). Zona llana con abundante vegetación.
3H	536951	1500546	741	Lugar Llano Limpio	Qr + Qcl = Qi. Casa del Sr. Luis González, construida hace 4 años. Deslizamiento Post Mitch (N24E). Zona de cultivo de maíz y frijoles.
4H	536188	1500690	762	San Antonio	Riodacita de color beige amarillento. El corte de la quebrada aldeaña aproximadamente 12m de alto.

5H	535777	1500759	789	Los Cedros	Qr + Qcl = Qi. Casa de la familia Estrada . Zona de cultivo de maíz, frijoles, eucalipto.
6H	535256	1500450			Zona de derrumbe. Riodacitas. A 100m hacia el oeste se observan un sistema de falla N77W con buzamiento de 65 al sur, 30 cm de separación. El buzamiento de las capas de riodacitas estratificadas es 28° al sur y con dirección N40W.
7H	535090	1500229	888		Zona de derrumbe. Riodacitas. Pared SW. El corte es de 10m de alto x 10m de longitud; la profundidad de la cicatriz es de 1m, la zona de depósito llega hasta la quebrada (N25W)
8H	534800	1500229	864		Riodacitas.
9H	534400	1500581	909		Zona de derrumbe. Riodacitas intensamente fracturadas, las fracturas llevan dirección N74W y N15E. Las capas buzan 18° al E y tienen dirección N15E. La quebrada lleva dirección N68E. En las paredes de la quebrada se presentan filtración de aguas.
10H	534080	1500784	952		Zona de derrumbe. Riodacitas. Algunos flujos de detritos.
11H	533493	1500382	963		Andesita con meteorización esferoidal, intensamente fracturada N28W y N60E con buzamiento de 64° al SE ésta última corta a la N28W. La quebrada lleva dirección N25W.
12H	533171	1500158	1068		Andesitas. Basamento del camino se presenta andesitas con meteorización esferoidal mientras las paredes del camino son andesitas masivas fracturadas. Fracturas: N3E con 67 al E; N70W con 80 al NE; N48W con 72° alSW.
13H	533200	1500000			Andesitas. Fracturas: N15W, ocho sistemas paralelos con dirección preferencial NW. A unos pocos metros se presenta una fractura con dirección N15E la cual es desplazada por otra con rumbo N78W, el desplazamiento es de 10 cm.
14H	533060	1499956	1150		Zona de derrumbe. Riodacitas. El camino presenta socavamiento en la parte central. Abundantes rodados de riodacitas, los cuales varían en dimensiones y grado de angulosidad.
15H	532650	1500143	1120	Portillo Hondo	Riodacitas. Flujos de detritos (S6E, S10W [45m de alto x 12m de largo] que bajan hasta la quebrada. A los 10m sobre el camino se presenta una zona de falla de 1m de ancho, lleva dirección N70E, con buzamientos verticales. A 50m de las coordenadas se observó una falla con dirección N40E y deslizamientos. De la cota 25m abajo del borde de la ladera está la corona de cada deslizamiento con separación de 50m c/u.
16H	532430	1500784	1200		Toba riodacítica.
17H	532500	1501036	1203		Toba riodacítica.
18H	532270	1501487			Toba riodacítica. Socavamiento del camino, accesibilidad malísima. Suelo arenáceo (grosso)
19H	532010	1502250			Suelo de toba riodacítica.
20H	531653	1502778			Toba riodacítica.
21H	532422	1502505	1322		Toba riodacítica.
22H	533100	1502959			Toba riodacítica.
23H	533748	1506050			Zona de cultivo de maíz.
1I	537900	1499750			Qcl + R. Suelo coluvial con abundantes fragmentos/ rodados de diversas dimensiones que varían en grado de angulosidad. El suelo coluvial tiene un espesor de 0.5m, es del tipo arcilloso. La roca aflorante es la riodacita.
2I	537642	1500153		Los Cedros	Qcl + R. Suelo coluvial con abundantes fragmentos/ rodados riodacíticos. El suelo coluvial es del tipo arcillo - arenoso. Dirección del camino S40E.
3I	537161	1499880	729		Qcl + R. Zona de cultivo de maíz y frijoles. Se observó que debajo del Qcl hay andesita alterada, estratificadas con rumbo N10E y buzando 50 al W.
4I	537342	1499565	705		Qcl sobre andesitas.

5I	537084	1499276	705		Quebrada la cual lleva dirección N20W, con un ancho de 4m. Corte de 1m de alto de aglomerado aluvial.
6I	536506	1499083	723	Los Ranchos	Andesita
7I	536960	1498476	693	Los Ranchos	Qcl sobre andesitas.
8I	537180	1497937			Qcl sobre andesitas. Zona de cultivo de maíz.
9I	537602	1497648	669		Qr. Casa de la Sra. Altagracia Santelíz.
10I	537759	1497395	678	El Chiquirín	Qr. Zona de cultivo de maíz. Casa de la Sra. María Elena Estrada Ponce.
11I	537840	1498050			Qr sobre andesitas.
12I	538190	1498070		Llano Limpio	Qr sobre andesitas.
13I	538030	1499000		Llano Limpio	Qr sobre andesitas.
1J	538182	1499840	693	Llano Cuchilla Larga	Pared norte. Corte de 4m x 30m: a) Suelo residual que se desarrolló a partir del subyacente, espesor de 1.10m; b) aglomerado englobados en una Matriz fina andesítica alterada (arcillo - arenosa), abundantes fragmentos de cuarzo, andesitas y riocacitas.
2J	538564	1500382	720	San José	Qr arcilloso de coloración gris oscuro con abundantes fragmentos de cuarzo.
3J	538936	1499560		Llano Cuchilla Larga	Qr de coloración marrón oscura.
4J	539345	1498894			Qr.
5J	539820	1498107	648		Qal. Hay una quebrada.
6J	540019	1497700		Llano Las Aceitunas	Qr. Zona de cultivo de maíz.
7J	539378	1497770			Qr.
8J	538840	1497970			Qr arcillo arenoso.
1K	546430	1490573	714	Barrio Villa Solidaridad	Qr. Vertisoles de color marrón oscuro. Colina pequeña, zona de cultivo de maíz. Las colinas aledañas presentan abundante vegetación, son de composición andesítica y se ubican N40E. La zona aparentemente corresponde a una paleocaldera y el relieve a escarpe de falla (?)
2K	545776	1490785	705		Alcantarillado N12E.
3K	546672	1490236	744		Andesita. Quebrada E - W. Abundante vegetación.
4K	550904	1492851		Quisuca	Andesitas - dacitas.
1L	542887	1490840	771		Pared sur. Corte de 7m x 50m. a) En la parte superior del paquete se encuentran andesitas intemperizadas (2m) con fragmentos de material piroclástico angulosos - subangulosos; b) Toba andesítica (1.5m) de color verde pálida. ;c) Matriz andesítica (3.5m) englobando aglomerados de diversas formas y grados de angulosidad. Secuencia de fallas normales (N70E, c/u con separación de 2 - 3m) que dan lugar a la formación de estructuras en forma de Horst y Graben de forma alterna. Camino E - W.
2L	537334	1496084	669	Sitios Santa Cruz de Caire	Qr.
3L	536851	1494950	642		Qr.

4L	536239	1494493	669	Motuse	Qr.
5L	535842	1494904	690	Santa Mónica de Motuse	Qr.
6L	535869	1495870		Cerro Motuse	Qr sobre andesitas.
7L	535411	1496304	696		Qal sobre andesitas.
8L	536500	1496315	684	El Espinal	Qr.
1M	548740	1491525		El Carmen	Andesitas fuertemente intemperizadas y fracturadas. A unos 35m hacia el sur del camino se observó un deslizamiento con dirección S4E (corona 8m x 20m; longitud 35m; distancia del borde 25m)
2M	532337	1484510	693		Qal. Zona de inundación.
3M	534110	1486438		Entrada a Santa Catalina	Toba andesítica de coloración ocre oscuro - rojizo. Corte de aproximadamente 8m x 30m.
4M	535293	1487182	672	La Esperanza Km 229	Andesita intemperizada. Abundantes bloques métricos subangulosos. Fracturas: N20E con buzamiento 65E; N80W.
5M	537352	1488513	654		Qal. Corte de aproximadamente 2.10m x 50m: a) suelo orgánico (0.4m); b) aglomerados (0.25m); c) aluvial (1.5m) presenta estratificación cruzada, gradación normal rítmica, intercalación de arena/ arena fina y limo/ aglomerado grueso/ aglomerado fino.
6M	537978	1488564	660		Andesita intemperizada. Presencia de bloques.
7M	538957	1488353	681	La Crucita	Andesita intemperizada (2.5m), se presenta con meteorización esferoidal. Fracturas conjugadas con sílice amorfa: N5E, N25W, N58W, N48W.
1N	533863	1486494		Santa Catalina	Andesita
2N	533802	1486911	687	Santa Catalina	Andesita fracturada.
3N	537536	1488042	666	Hato Nuevo	Andesita.
4N	540732	1487197		Susuba	Andesita.
5N	539939	1487322	717	Guiliguisca	Andesitas, Intensamente fracturadas e intemperizadas. El cerro aledaño es de la misma composición.
6N	546186	1492440	741		Andesitas, fuertemente fracturadas. Intemperismo físico.
7N	548681	1492887			Suelo producto de la alteración de la andesita, de 0.60m de espesor y de color marrón.
8N	548565	1493417	759	El Pílon	Suelo Andesítico de 0.6m de espesor.
9N	548649	1492168	756	El Cascabel	Andesitas.
1-O	543811	1490540	693		Aglomerado andesítico. Corte de 7m de alto x 30m de largo. Abundantes bloques.
2-O	541931	1491519	786	El Melonar	Aglomerado andesítico. Corte de 2m x 25m. Matriz muy fina, bloques de 1m de ancho x 1.20m de alto.
3-O	541885	1491800	732		Zona de derrumbe. Se observan lavas masivas fracturadas con vetillas de sílice. Las fracturas N-S están rellenas de sílice. Área de fractura de 8m; corte de 6m de alto x 50m de largo. El buzamiento de las capas es 22SE, N70E.

4-O	541230	1492968	690	Km 223	Zona Inestable, afecta el camino. Corte de 50m de longitud: 2.5m de Aluvial; 1m de andesita intemperizada. Camino NW.SE. A unos 20m se encuentra una quebradita.
5-O	540550	1493364	660	Los Calpules Km 224	Andesita. Flujo de detritos activo N5E, afectando el camino. Trayecto de 100m, 8m de ancho en la base, 10m zona de depósito, pendiente 15°
6-O	538398	1493158	639		Aluvial. Fracturas: N40W, N70W separación entre cada una 5m. Corte de 6m de alto. Camino N20E
7-O	538328	1493686	654		Aluvial. Corte de 2m de alto x 10m de largo.
8-O	538716	1494467	672		Suelo residual + Coluvial (Andesita)
9-O	538926	1495516	648		Flujos: a) S17W, 20m de ancho en la cicatriz x 12 de profundidad x 75m de alto, b) S32W, 10m de ancho de la cicatriz, 55m de alto, c) S35W, 30m de ancho en la cicatriz x 17m de zona de arranque, d) S32W, 12m de ancho de la cicatriz. Pendiente de la ladera: 70°
10 ₁ -O	538750	1496540			Qr.
10 ₂ -O	538485	1497087	672		Qr.
11-O	547722	1492698	735	Las Delicias	Andesitas. Flujos: a) S32E, 30m de altura, 15m de ancho, b) S8E, 15m de ancho, c) al sur, 5m de profundidad, 25m de ancho, 15m de altura, d) S12W, cicatriz.
12-O	549577	1491721	786	Rancho Grande	Flujos: a) S24E, b) S28E, 17m de ancho, 30m de altura, c) S26E, d) S24E
1P	542610	1488972			Andesitas intemperizadas.
2P	532551	1485191	723	La Playa	Aluvial.
3P	532833	1484563	750		Aluvial.
4P	533028	1485802	720		Aluvial sobre andesitas.
5P	533250	1486317	714		Aluvial.
6P	536068	1487690	660		Coluvial (andesita)
7P	540060	1488810	672	El Limón	Escuela Cacique Nicarao
8P	540509	1488916	684	Aguas Calientes	Andesitas.
9P	542037	1489154	726	El Rastro	Andesitas.
10P	541435	1489165		El Rastro	Andesitas.
1Q	544960	1489587	726		Pista antigua, atrás del Instituto. Cauce N-S. Vertisoles = Andesitas.
2Q	544693	1489540	759		Pequeños depósitos al SW. Se observan pequeñas colinas con vegetación secundaria. Andesita alterada = vertisoles. Pendiente = 7% al NE, en dirección a la construcción del Centro Bíblico.
3Q	544597	1489843	738		Vertisoles. Cauce pequeño N-S. Los márgenes están poblados.
4Q	538357	1507221	1218	Cerro El Marimacho	Esquistos. Fractura: N65W, N7E. Foliación: E-W, 28° al sur.
5Q	538212	1506477	1188	Cerro El Marimacho	Toba riolítica. Fractura: N45E, 54°SE. Secuencia de suelo residual, toba, toba riolítica, aluvial conformado por fragmentos bien redondeados, toba riolítica.
6Q	538351	1506393	1161		Contacto entre tobas y esquistos (roca plegada - fracturada), N77W - 35°NNW
7Q	538459	1505624	1095		Esquistos.

8Q	538220	1505157	1047		Canal de escorrentías desarrollado en la zona de contacto entre esquistos y las tobas. Contacto con rumbo N54W (aparente).
9Q	537697	1505104	987		Esquistos.
1R	544756	1489423	750		Andesitas intemperizadas.
2R	544470	1490064	711	Somoto	Zona de inestabilidad contiguo al Centro de Desarrollo Infantil Comunitario de El Espinito. Casas construidas contra pendiente. Andesitas silicificadas. Las vetillas de sílice tienen dirección N35E. Ladera NW - SE, pendiente 40°E. Andesita N-S, 24°W
3R	544617	1490801	711	Somoto	Andesitas fracturadas 15°SE, N52E. Las fracturas llevan dirección N67E.
4R	544550	1490710		Somoto	Andesitas fracturadas 65°SSE, N70E; 10°NE, N54W. Fracturas paralelas: N85E
5R	544564	1490785	717	Somoto	Cauce N5W, la corona del cauce tiene la misma dirección de las fracturas N85E.
6R	544710	1490841		Somoto	Zona de derrumbe activo. Andesitas se presentan intensamente fracturadas y meteorizadas. Zona de fallamiento por cizallamiento (0.6m). Andesita: 34°SE, N66E. Falla: N16W, 75°WSW. Corte de aproximadamente 8m x 2m. Se fractura a lo largo de los planos fluidales, en las fracturas se observan patinas de óxidos de manganeso.
7R	537948	1492038	639		Aluvial / Coluvial / Lava
8R	537750	1491910			Lavas ácidas riódacíticas. Flujo: S66°W, 150m de longitud, 12 m de ancho en la cicatriz.
9R	538368	1492460	624		Aluvial.
10R	529876	1486270	912	El Espino	Zona de derrumbe. El derrumbe es activo. Hay obstrucción de canal de desagüe, material en continua actividad de caída, nueva zona de arranque (Cicatriz)
1S	550591	1493519	1266	Cerro El Quisuca	Andesitas. Se presentan alteradas y fracturadas.
2S	550459	1493674		Cerro El Quisuca	Zona de derrumbe. Andesitas N65W, 32°N con 0.6m de espesor. Falla por cizallamiento: a) N4W, 78°E y b) N25W, 63°W.
3S	550546	1493287	1134	Cerro El Quisuca	Andesitas intensamente fracturadas, con espesor de 1m, lleva dirección N78E - 52°NW.
1T	540252	1503418			Esquistos
1U	543363	1497340			Andesita
2U	543114	1500088			Esquistos
3U	544035	1503639			Contacto Esquistos/ riolita
4U	543525	1503710			Esquistos
5U	543223	1503530			Xenolito Totogalpa en riolitas
6U	542510	1503737			Toba riolítica
7U	542282	1503859			Piroclastos
8U	542560	1503959			Contacto aluvial/ riódacitas
9U	542686	1504972			Ignimbrita (Dacita)
10U	541243	1503548			Riolitas (debajo se observan esquistos)

FICHA # 1

- 1) **Número de referencia:** 2
- 2) **Referencias:** 538 031 E
1501 481 N
- 3) **Comunidad:** San José
- 4) **Tipología:** *Derrumbe +Deslizamiento*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc.)**

De base a techo, en la zona de arranque del movimiento, por debajo de la cicatriz de rotura, afloran los siguientes materiales:

✍ **Suelo residual detrítico:** El espesor del depósito es de 0.3 metros en la zona de rotura. Constituido por una matriz arcillo arenosa que contiene fragmentos angulosos - subangulosos de diámetros centimétricos de origen volcánico.

✍ **Regolito:** arcillas de color rojizo que presentan espesores variables de hasta 0.5 metros en la zona de rotura del movimiento. Proviene de la alteración de la roca volcánica del substrato y se encuentran por encima de éste y por debajo del suelo residual detrítico descrita anteriormente.

✍ **Roca fresca:** en la zona central de la cicatriz aflora 35 metros de roca volcánica riolítica fracturada pero poco alterada. Los planos de fracturas son N43W – 72°NE; las capas llevan dirección N53°E – 22°NW.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: en este caso la cicatriz se encuentra difusa entre la vegetación y parece tener una morfología semicircular pero no se aprecia un escarpe bien desarrollado aunque sí un desnivel suave de 2.5 metros de altura. Y la anchura de la cicatriz es de 15 metros siendo imposible medir su longitud debido a la vegetación. La inclinación de la pendiente de la ladera en la zona de rotura es de 75°.

Zona de trayecto y de depósito: es un movimiento del tipo complejo; primero ocurre el fenómeno de derrumbe y seguido se da el deslizamiento, no hubo movilización del movimiento, el material se depositó en la base del derrumbe,

la cual tiene una longitud de 60m y una zona de depósito de 1.5 m de espesor sobre el lecho de la quebrada que lleva dirección N70E.

Tanto la zona de rotura como la zona de depósito se halla recubierto de vegetación por lo que su extensión podría ser mayor de la descrita.

7) **Orientación de la ladera:** Noreste.

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria.

9) **Elementos vulnerables:** afecta de manera directa una pequeña quebrada que se encuentra en la base de este derrumbe.

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post – Mitch.

11) **Fotografías:** 9.14 – a; 9.14 - b

FICHA # 2

1) **Número de referencia:** 14

2) **Referencias:** 544 071 E
1498 435 N
624 m

3) **Comunidad:** Las Limas (Loma El Jiñote)


4) **Tipología:** *Derrumbe*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Desde la base al techo, en la zona de arranque del movimiento, justo por debajo de la cicatriz, afloran los siguientes materiales:

✍ **Suelo residual detrítico:** constituida por una cobertura detrítica de 0.3 metros de espesor formada por una matriz arcillosa que contiene en baja concentración bloques angulosos de diámetro decimétrico de origen volcánico.

✍ **Regolito:** constituido por 2.5 metros de espesor de materiales arcillosos de color rojizos en la zona de arranque del movimiento.

 **Roca fresca:** en la base de la cicatriz aflora brecha dacítica con abundantes fragmentos de cuarzo sin alterar que es utilizada como rampa de deslizamiento sobre la cual se movilizaron el conjunto de materiales alterados y el suelo residual detrítico que se situaba por encima. La roca fresca en sí no fue movilizada.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: en la zona de rotura nos encontramos con una cicatriz de 25 metros de longitud de un extremo a otro de la cicatriz y que alcanza hasta 3 metros de ancho debido a la falta de material que ha sido movilizad. La inclinación de la pendiente de la ladera en la zona de rotura es de 40°.

Zona de trayecto y de depósito: el flujo de detritos alcanza un recorrido de 130 metros dirección noreste, depositando en su recorrido 1 a 2 metros de potencia de materiales constituidos por bloques dentro de una matriz de arenas y arcillas, con predominancia de arcillas. Los bloques son de proporciones decimétricos y angulosos de origen volcánico sin ordenación aparente. El ancho promedio de la zona de trayecto es 50 metros.

7) **Orientación de la ladera:** Norte.

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria

9) **Elementos vulnerables:** Ninguno

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch

FICHA # 3

1) **Número de referencia:** 25

2) **Referencias:** 529 876 E
1486 270 N
912 m

3) **Comunidad :** Frontera El Espino

4) **Tipología:** *Derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizad (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

En este caso el movimiento se produce en el talud de la carretera. Dicho talud tiene de 30 - 35 metros de altura y 45 - 50 metros de longitud y está

constituido por una alternancia de niveles blandos de regolitos de rocas volcánicas y niveles más duros de roca volcánica no alterada.

En la parte superior de la ladera encontramos un escarpe conformado por regolitos de hasta 3 metros de potencia. Por encima del escarpe se presenta un suelo detrítico desarrollado sobre depósitos de antiguos movimientos de ladera. Éstos están constituidos por una matriz arcillosa que contiene bloques angulosos de diámetros de decimétricos a métricos.

En la parte media de la ladera se observa roca fresca (basalto – andesítico) que tiene varios metros de espesor (entre 15 y 18 m). Se observan abundantes bloques sueltos inmersos en una matriz arenácea gruesa deleznable.

Este movimiento es peculiar ya que el arranque del derrumbe se produce en los materiales blandos que constituyen los regolitos, esto provoca inestabilidad dando lugar a posteriores fenómenos de derrumbe.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: coincide con el escarpe superior de la parte alta de la ladera y engloba los estratos superiores de regolitos (de 3 metros de potencia) así como 1 metro de la roca basalto andesítica que se encuentra por debajo de estos estratos.

En el escarpe se presenta una secuencia escalonada de cicatrices semicirculares de unos 20 metros de longitud, en la cual cada cicatriz secundaria mide alrededor de 10 metros de longitud y un metro de profundidad.

La pendiente medida por encima de la cicatriz es de 56° y justo por debajo de ella la inclinación es de 41° .

Zona de trayecto y de depósito: debido al poco recorrido que alcanza, consideramos estas dos zonas como una de sola. El depósito se sitúa justo por debajo del escarpe y se prolonga hasta alcanzar el canal de escorrentía que se encuentra en la base de la ladera del cerro (quedando obstruida por el material depositado). Actualmente solo se observa bien el depósito que va desde el talud hasta el canal de escorrentía. Su recorrido es de 15 metros hasta llegar a la base de la ladera y la zona de depósito es de 3 m de espesor.

La acción de las raíces de los árboles también provoca un efecto disgregador de la roca fresca facilitando estos fenómenos de derrumbe. Los árboles actualmente se observan inclinados y algunos se han venido abajo debido a la constante movilización de material.

- 7) **Orientación de la ladera:** Este.
- 8) **Usos del suelo:** Talud de la carretera.
- 9) **Elementos vulnerables:** el canal de escorrentía de la Frontera El Espino y, eventualmente, la carretera internacional.
- 10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch
- 11) **Fotografías:** 9.5; 9.13 – a; 9.13 – b; 9.13 - c

FICHA # 4

- 1) **Número de referencia:** 27
- 2) **Referencias:** 530 054 E
1486 359 N
- 3) **Comunidad :** El Espino
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

En este caso el movimiento se produce en el talud del camino.

La composición es basalto andesítico, se presentan abundantes bloques de esta composición, éstos llegan hasta la base del cerro y sobrepasan el camino hasta llegar a la quebrada aledaña.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: no se observó zona de arranque ya que estaba cubierto por abundante vegetación lo que obstaculizaba determinar con claridad la ubicación de la cicatriz.

Zona de trayecto y de depósito: El depósito se sitúa justo en la base del cerro y se prolonga hasta alcanzar el canal de la quebrada que se ubica a aproximadamente 5 m (quedando obstruida parcialmente por el material depositado). Su recorrido es de 15 m hasta llegar a la quebrada y la zona de depósito es de 4 m de espesor.

7) **Orientación de la ladera:** Este

- 8) **Usos del suelo:** Talud de la carretera y cultivos de maíz.
- 9) **Elementos vulnerables:** camino de acceso y dos casa ubicadas al pie de la loma.
- 10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 5

- 1) **Número de referencia:** 33
- 2) **Referencias:** 531 049 E
1484 406 N
759 m
- 3) **Comunidad :** Los Tablones (Carretera Somoto – El Espino)
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El movimiento se produce en el talud de la carretera, en la pared noreste. Dicho talud tiene 12 metros de altura y 124 metros de longitud y está constituido por una alternancia de niveles de tobas dacíticas y bloques lávicos.

En la parte superior de la ladera, encontramos suelo superficial detrítico de 0.6 metros de potencia, constituida por una matriz arcillosa de color marrón claro, el cual contiene pequeños fragmentos de toba dacítica.

La capa de bloques masivos alcanza un espesor de 1.50 metros, es de color grisáceo oscuro. Este substrato tiene dirección N70°W

Las capas de tobas dacíticas varían en el grado de coloración desde verde blanquecino hasta beige. Su espesor varía entre 3 – 5 metros.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: De acuerdo a las características del fenómeno, la zona de rotura se corresponde con una capa de lavas fracturadas, definiendo bloques lávicos. Este estrato tiene 1.5 metros de potencia.

Zona de trayecto y de depósito: El depósito se sitúa justo por debajo de la base de la ladera y se prolonga hasta alcanzar el canal de escorrentía que se encuentra a unos 0.5 m (quedando obstruida por el material depositado).

7) **Orientación de la ladera:** Suroeste.

8) **Usos del suelo:** Talud de la carretera.

9) **Elementos vulnerables:** el canal de escorrentía y la carretera

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

12) **Fotografías:** 8.14

FICHA # 6

1) **Número de referencia:** 38

2) **Referencias:** 532 400 E
1495 290 N

3) **Comunidad :** El Tamarindo

4) **Tipología:** *Flujo de detritos.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El material es andesita intensamente meteorizada.

El suelo detrítico arcilloso tiene un espesor de aproximadamente 1 m. La zona se encuentra desprovista de vegetación lo que provoca la pérdida de soporte del material in situ.

No se observaron indicios de fractura ni fallas. Dicho flujo de detritos se desarrolló debido al tipo de material que compone las laderas del cerro.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: se compone de material andesítico, donde la corona del flujo de detritos tiene 27 m de longitud.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento del flujo tiene dirección N47°E y al llegar a la parte media de éste se desvía en dirección N52°E, hasta el sitio de depósito. El ancho del canal por el cual fluyó la masa es de 15 m y la zona de depósito cubre un área de 520 m² (se encuentran abundantes

bloques andesíticos de diversas dimensiones (dm – cm). La longitud del flujo es de aproximadamente 170 m.

- 7) **Orientación de la ladera:** Noreste
- 8) **Usos del suelo:** Vegetación secundaria.
- 9) **Elementos vulnerables:** camino o trocha
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 7

- 1) **Número de referencia:** 41
- 2) **Referencias:** 530 345 E
1494 798 N
783 m
- 3) **Comunidad :** Los Carranzas
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La parte externa del afloramiento donde se produce el derrumbe se encuentra meteorizada dando una coloración parda, la parte interna de la roca es de coloración púrpura, presenta textura fluidal.

El material es brecha dacítica. Se observan árboles inclinados.

- 6) **Descripción morfológica:**
 - Zona de rotura:** la propicia la textura que presenta la roca. La zona de arranque tiene un metro de profundidad.
 - Zona de trayecto y de depósito:** todo el material que se ha derrumbado afecta de manera directa una pequeña quebrada que se ubica a unos pocos metros.
- 7) **Orientación de la ladera:** Noroeste
- 8) **Usos del suelo:** Vegetación secundaria.
- 9) **Elementos vulnerables:** la quebrada

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

11) **Fotografías:** 8.8

FICHA # 8

1) **Número de referencia:** 42

2) **Referencias:** 530 288 E
1493 862 N
822 m

3) **Comunidad :** Las Pintadas

4) **Tipología:** *Derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El suelo superficial detrítico tiene 20 cm de espesor y es de color marrón claro. Bloques de andesita en una matriz dacítica, el espesor del material es 3.5 m, coloración marrón – pardo anaranjada.

Se observan 2 cicatrices: la parte central del escarpe de la primera cicatriz se ubica desde el camino a N61°W, en tanto la segunda cicatriz observada desde el camino lleva dirección N58°W. El camino tiene dirección N – S y la pared de la ladera donde se encuentran estos dos movimientos tiene orientación este.

6) **Descripción morfológica**

Zona de rotura: de 1.5 metros de potencia, ambas.

Zona de trayecto y de depósito: tanto la trayectoria como el depósito de materiales no es muy evidente puesto que se encuentra cubierto de vegetación y es muy difícil de apreciar.

7) **Orientación de la ladera:** Oeste

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria.

9) **Elementos vulnerables:** Quebrada Las Pintadas. En caso de desarrollarse hacia mayores proporciones, podría afectar el camino y al caserío Las Pintadas.

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 9

- 1) **Número de referencia:** 43
- 2) **Referencias:** 530 505 E
1493 769 N
- 3) **Comunidad :** Los Caracoles
- 4) **Tipología:** *Deslizamiento.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La formación superficial tiene un espesor de aproximadamente 0.2 m, presenta una coloración marrón clara.

La litología característica del lugar es andesita, en el sitio de ocurrencia del fenómeno ésta se encuentra alterada y presenta coloración verde amarillenta, es casi deleznable. Se ubica a N8°E del camino.

- 6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: 1m de espesor

Zona de trayecto y de depósito: El ancho del canal por la cual fluyó la masa es de 25 m y la zona de trayecto es de 190 m.

- 7) **Orientación de la ladera:** WNW
- 8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria.
- 9) **Elementos vulnerables:** Quebrada Las Pintadas.
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 10

- 1) **Número de referencia:** 44
- 2) **Referencias:** 530 126 E
1493 434 N
864 m

3) **Comunidad :** Los Caracoles

4) **Tipología:** *Derrumbes + Deslizamientos.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La litología que conforma dicho movimiento es andesita. La roca se presenta con cierto grado de intemperismo, el color es grisácea oscura con algunas manchas de color amarillenta producto de la alteración.

En la parte superior del movimiento se presenta el escarpe conformado por regolitos de 1 m de espesor. Es un suelo arcilloso de color marrón claro.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: en la zona de rotura nos encontramos con una cicatriz de 30 metros de longitud de un extremo a otro de la cicatriz y que alcanza hasta 2 metros de profundidad debido a la falta de material que ha sido movilizado. La inclinación de la pendiente de la ladera en la zona de rotura es de 25°.

Zona de trayecto y de depósito: : el movimiento alcanza gran recorrido, el trayecto del flujo fue de aproximadamente 207 metros en dirección noreste, depositando en su recorrido 1 a 2 metros de potencia de materiales constituidos por bloques de diversas dimensiones los cuales se encontraban inmersos dentro de una matriz de arenas y arcillas, con predominancia de arcillas. El ancho promedio del recorrido es de 50 metros.

7) **Orientación de la ladera:** N45°W

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria.

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 11

1) **Número de referencia:** 45

2) **Referencias:** 529 748 E
1493 064 N
939 m

3) **Comunidad :** Los Caracoles

4) **Tipología:** *Derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Brecha dacítica con incrustaciones de sílice, se presenta como bolsones irregulares, de color verdusco amarillento, amarillento – negro (señalado en el círculo de color verde); el material se encuentra intensamente meteorizado y fracturado.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: tiene 50 metros de longitud y una profundidad de 3 metros.

Zona de trayecto y de depósito: el movimiento rocoso alcanza gran trayecto, su recorrido es de aproximadamente 360 metros. El derrumbe tiene dirección N45°W, hasta el sitio de depósito, depositando en su recorrido 2 - 3 metros de espesor abundantes bloques de disímiles dimensiones los cuales se disponen de forma caótica en el sitio; la zona de acumulación de los materiales es aproximadamente 280 m² . El ancho promedio del recorrido es de 15 metros.

7) **Orientación de la ladera:** N45°W

8) **Usos del suelo:** tacotales (vegetación secundaria)

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

11) **Fotografías:**



FICHA # 12

- 1) **Número de referencia:** 49
- 2) **Referencias:** 530 933 E
1491 755 N
819 m
- 3) **Comunidad :** San Antonio del Potrero
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Toba dacítica con fragmentos líticos máficos. El corte mide 40 m de alto y 20 m de longitud.
- 6) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** 15 metros de longitud (valor asumido debido a que se encuentra parcialmente cubierta de vegetación)
- Zona de trayecto y de depósito:** el movimiento tiene un recorrido de 100 metros y un ancho promedio de 20 metros. La zona de depósito tiene aproximadamente 300 m².
- Tanto la trayectoria como el depósito de materiales se consideraron según lo que observamos puesto que se encuentra cubierto de vegetación y es muy difícil de apreciar si este depósito rocoso abarca más área. La inclinación de la pendiente es 60°
- 7) **Orientación de la ladera:** N15°W
- 8) **Usos del suelo:** tacotales
- 9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso y quebrada.
- 10) **Funcionalidad:** Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 13

- 1) **Número de referencia:** 51
- 2) **Referencias:** 532 780 E
1489 785 N
820 m
- 3) **Comunidad :** Fila El Alto
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Riodacita un poco meteorizada. Se observan bloques dispersos en el camino, y en la base del cerro, estos bloques presentan vesículas y textura fluidal. Ambos lados del camino y las lomas aledañas son del mismo material.
- Se observó en la parte superior un inmenso bloque (*ver Foto 9.3*) propenso a caerse ante cualquier mínima eventualidad (sísmica, precipitaciones, etc)
- 6) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** no es muy visible por lo tanto no se tiene un valor.
- Zona de trayecto y de depósito:** los bloques han descendido desde la parte más alta de la loma, aproximadamente ha recorrido 200m, estos bloques se han depositado a lo largo del camino, abarcan una zona de depósito de 10 m².
- 7) **Orientación de la ladera:** Norte
- 8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria
- 9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch
- 11) **Fotografías:** 9.3

FICHA # 14

- 1) **Número de referencia:** 53
- 2) **Referencias:** 533 422 E
1489 464 N
700 m
- 3) **Comunidad :** Fila El Alto
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Pared Norte. Se encuentra desprovista de cobertura de suelo. Riodacitas intensamente fracturadas. La roca tiene dirección N15E, 70° de buzamiento. Abundantes bloques dispersos en el camino, varían desde angulosos a subangulosos.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: cubre un área de 300 m², aproximadamente, aunque los límites no son claramente definidos. La altura del probable escarpe oscila de 1 – 4 metros, con un promedio de 1.5 metros. La presencia de las fracturas es un factor importante limitante en la definición del tamaño de los bloques.

Zona de trayecto y de depósito: los bloques han descendido desde la parte más alta, estos bloques se han depositado en la base de la ladera y a lo largo del camino, abarcan una zona de depósito de varios m². El corte mide 60 metros de alto y 90 metros de longitud.

- 7) **Orientación de la ladera:** Oeste
- 8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria
- 9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 15

- 1) **Número de referencia:** 58
- 2) **Referencias:** 532 187 E
1505 433 N
864 m
- 3) **Comunidad :** Próximo a Las Delicias
- 4) **Tipología:** *Flujos de detritos..*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se presenta un flujo de detritos compuesto de 2 cicatrices pero es un solo movimiento, se ubica desde el camino a S30W. A aproximadamente 50m hacia el oeste se observan 3 cicatrices (S83°W, N67°W y N85°W) mas, pero no del mismo movimiento.

Los materiales que se movilizan en estos movimientos son:

✍ **Suelo residual detrítico**, el cual actúa recubriendo la ladera de manera discontinua, alcanzando espesores menores de 0.5 metros en toda la vertiente. Se encuentra constituido por una matriz de arcillas conteniendo algunos bloques (origen volcánico) angulosos de dimensiones centimétricas a decimétricas.

✍ **Regolito** de constitución arcillosa, de color rojizo oscuro, proveniente de la alteración de la roca volcánica (Dacita) del substrato. La dacita alcanza hasta 1.5 metros de espesor.

6) **Descripción morfológica:**

En este caso se trata de dos movimientos que se originan por separado pero que se canalizan inmediatamente un solo flujo.

Zona de rotura: cada uno de los movimientos se encuentra circunscritos por dos cicatrices semicirculares prolongadas que vinculan un solo movimiento, movilizandando el material por el mismo canal.

Las dimensiones y las características de las dos zonas de ruptura varían un poco; la cicatriz de la parte superior del flujo de detritos presenta una superficie de rotura de 30 metros de longitud y una profundidad de 2.5 metros;

en cambio la cicatriz secundaria tiene una rotura de 10 metros de longitud y profundidad de 1.5 metros.

La pendiente de la ladera medida vertiente arriba, justo por encima del límite del movimiento, es de 25° grados de inclinación.

Zona de trayecto: se presenta en forma de canal, con poca erosividad, su trayectoria se describe a lo largo del regolito de 5 a 8 metros de ancho y 145 metros de longitud. A lo largo del recorrido se deposita un material constituido por una matriz arcillosa que contiene fragmentos angulosos de tamaño centimétricos y unos pocos decimétricos, estos presentan una potencia baja; parte de este material ya casi es inexistente.

Zona de depósito: es de aproximadamente 15 m².

7) **Orientación de la ladera:** Este

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria

9) **Elementos vulnerables:** una vivienda ubicada en la base de la ladera

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 16

1) **Número de referencia:** 59

2) **Referencias:** 532 557 E
1504 946 N

3) **Comunidad :** Próximo a Las Delicias

4) **Tipología:** *Flujo de detritos + derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Típico ejemplo de movimiento complejo. Los materiales que se movilizan en estos movimientos son:

 **Regolito** de constitución areno - arcillosa, de color rojizo oscuro a claros, alcanza hasta 2.5 metros de espesor.

☞ **Suelo residual detrítico:** actúa recubriendo la ladera, constituido por una matriz fina de arcilla y arena, de coloración parda que engloban de mediana a alta densidad, bloques andesíticos de dimensiones entre $0.5 \text{ m}^3 - 1 \text{ m}^3$.

☞ **Bloques** andesíticos, angulosos – semiangulosos, procedentes del desprendimiento de la roca fresca del substrato fracturado o de fragmentos de roca que se encuentran distribuidos de forma heterogénea en el regolito. También se observaron bloques andesíticos angulosos – redondeados de dimensiones métricas que son procedentes del desprendimiento de fragmentos de roca de la pared del escarpe que recorre la parte más alta de la ladera norte del Cerro La Lumbrera y su posterior ruptura al impactar dichos fragmentos rocosos con el suelo y seguidamente desplazarse ladera abajo.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se encuentra limitada por una cicatriz que genera un escarpe de hasta 7 metros de ancho. En esta pared de rotura aflora el regolito con un espesor de 4 - 5 metros de potencia y el suelo residual detrítico de hasta 2 metros de espesor. Dicha cicatriz presenta dimensiones de 55 metros de longitud.

La zona de ruptura está constituida por una superficie de deslizamiento conformada principalmente por regolito sin que llegue a aflorar la roca fresca del substrato.

En la parte superior de la superficie de ruptura se encuentran depósitos de bloques de $0.5 \text{ m}^3 - 1 \text{ m}^3$, así como también, bloques aislados con volúmenes menores de 1 m^3 , producto de los desprendimientos.

El derrumbe puede haberse originado por un desplome que iniciara el flujo posterior, o como consecuencia de un deslizamiento que derivara en flujo.

La pendiente de la ladera justo por encima del límite del movimiento, tiene 23° promedio de inclinación.

Zona de trayecto y depósito: : se encuentra delimitada por un canal que evidencia indicios de remoción y reincorporación de materiales al flujo. El flujo de detritos alcanzó hasta la casa al pie de la ladera del cerro La Base, dejando abundantes bloques en la parte trasera de ésta. A unos 5m se ubica una quebrada, la cual para el Huracán Mitch fue afectada debido a la crecida desproporcional de ésta, destruyendo la parte trasera esquinera de la casa.

La profundidad del canal varía entre los 1.5 y 3 metros de profundidad, manteniendo una profundidad promedio de 2.5 metros; el ancho oscila entre

30 y 50 metros, conservando aproximadamente unos 35 metros de amplitud promedio y su longitud alcanza 600 metros de recorrido.

Desde la parte superior de esta zona y hasta la base del derrumbe se ha originado un depósito de aproximadamente 4 metros de espesor que reviste parte del regolito constituido por una matriz areno arcillosa con densidad alta de bloques de diversas dimensiones.

7) Orientación de la ladera: N5°E

8) Usos del suelo: vegetación secundaria

9) Elementos vulnerables: vivienda ubicada al pie de la ladera y obstrucción de la quebrada.

10) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 17

1) Número de referencia: 61

2) Referencias: 531 507 E
1504 943 N
864 m

3) Comunidad : Próximo al Yaraje

4) Tipología: *Derrumbe.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

La andesita se encuentra un poco meteorizada, casi está hecha polvo. En todo el camino se encuentra el material y en los lados. El afloramiento tiene las siguientes disposiciones de material: la capa superficial detrítica tiene un espesor de 30 cm; bloques de andesita de 70 cm de espesor, luego le sigue aglomerados en una Matriz dacítica de 1.50m de espesor; dacita de coloración púrpura de 1.20m de potencia, le sigue una toba riodacítica de 2m de espesor y en la base una capa de dacita.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: comprende el substrato rocoso de andesita, el cual se presenta con un alto grado de meteorización.

Zona de trayecto y de depósito: Parte de los bloques de la parte superior se han derrumbado, estos se observan en el camino y en la quebrada aledaña afectándole a la vez de tal forma que se encuentra seca.

El corte mide 75 metros de longitud y 100 metros de altura.

7) **Orientación de la ladera:** Oeste

8) **Usos del suelo:** bosques secundarios

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 18


1) **Número de referencia:** 62


2) **Referencias:** 531 475 E
1504 651 N


3) **Tipología:** *Derrumbe.*

4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Los materiales que se movilizan en esta zona son los siguientes:

 **Regolito** de constitución areno - arcillosa, de color rojizo oscuro a claros, alcanza hasta 0.5 metros de espesor.

 **Suelo residual detrítico:** suelo areno arcilloso de coloración café oscuro con presencia de algunos fragmentos andesíticos.

 **Bloques** andesíticos, angulosos – subangulosos, procedentes del desprendimiento de la roca fresca del substrato que se encuentran intensamente fracturado.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: tiene una cicatriz de 8 metros de ancho constituida de andesita fuertemente fracturada, y una longitud de 40 metros.

Zona de trayecto y de depósito: los bloques han descendido desde la parte más alta, hasta alcanzar el lecho de la quebrada aledaña la cual tiene

dirección N20°W y corta el camino. Alcanza una longitud de 375 metros de recorrido. El ancho del canal de recorrido varía entre los 30 metros y los 45 metros de amplitud.

7) **Orientación de la ladera:** Noroeste

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria y tacotales

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

11) **Fotografías:** 9.2

FICHA # 19

1) **Número de referencia:** 63

2) **Referencias:** 531 098 E
1504 617 N
810 m

3) **Comunidad :** Próximo al Yaraje

4) **Tipología:** *Derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El material que constituye el corte a lo largo del camino es el siguiente:

~~✍~~ **Regolito** de constitución areno - arcillosa, de color marrón, aflora en pequeña proporción alcanzando los 0.2 metros de espesor.

~~✍~~ **Bloques** andesíticos, procedentes del desprendimiento de la roca fresca del substrato fracturado. Presentan formas angulosas a subredondeadas. El color de la andesita es gris oscura.

~~✍~~ **Toba riódacítica** de coloración beige oscura. Aflora en la parte superior izquierda de la zona de ruptura, es deleznable.

~~✍~~ **Lava aglomerádica** inmersa en una matriz dacítica de coloración púrpura clara.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se encuentra limitada por una cicatriz que origina un escarpe de 5 metros de ancho. En esta zona de ruptura aflora un substrato andesítico. La cicatriz presenta dimensiones de 30 metros de longitud.

En la parte superior de la superficie de ruptura se encuentran bloques andesíticos dispuestos heterogéneamente dentro de una matriz areno arcillosa.

Zona de trayecto y de depósito: los bloques andesíticos se han desplazado de la parte superior de la zona de rotura alcanzando un recorrido de aproximadamente 165 metros, el canal tiene un ancho de 60 metros de amplitud.

7) **Orientación de la ladera:** N5°W

8) **Usos del suelo:** talud del camino

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso al poblado El Yaraje

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 20

1) **Número de referencia:** 64

2) **Referencias:** 530 752 E
1504 573 N
813 m

3) **Comunidad :** Yaraje

4) **Tipología:** *Flujo de detritos.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Toba riódacítica de coloración púrpura oscura, casi hecha polvo. Abundantes bloques en todo el borde del camino, varían desde angulosos a subangulosos, y son desde decimétricos – centimétricos.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: el flujo de detritos se compone de dos cicatrices y actúa como un solo movimiento. El flujo de detritos se encuentra delimitado por las dos cicatrices semicirculares que movilizan el material por un mismo canal. Las cicatrices están distanciadas 12 metros una de otra; cada una mide 10 de ancho, mientras que en la parte central donde se unen en un solo movimiento el ancho es de 30 metros. El flujo presenta forma de surco bifurcado.

Ambas zonas de rotura presentan características similares; la cicatriz de la parte superior izquierda del flujo de detritos presenta una superficie de rotura de 5 metros de ancho y una profundidad de 2 metros; en cambio la cicatriz de la parte superior derecha tiene una rotura de 7 metros de ancho y profundidad de 1.5 metros. La longitud es de 6 metros cada una.

La pendiente de la ladera por encima del límite del movimiento, es de 25° grados de inclinación.

Zona de trayecto y de depósito: largo recorrido alcanza el flujo de detritos, el trayecto del flujo fue de 200 metros en dirección noroeste, depositando en su recorrido 3 a 4 metros de potencia de materiales constituidos por una matriz de arenas y arcillas, con predominancia de arcillas, que contienen en baja proporción bloques decimétricos y angulosos de toba riódacítica sin ordenación aparente. El material se depósito a lo largo de la vía de acceso, la zona de depósito es de aproximadamente 2000 m².

7) **Orientación de la ladera:** Norte

8) **Usos del suelo:** talud del camino

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 21

- 1) **Número de referencia:** 65
- 2) **Referencias:** 530 456 E
1504 581 N
- 3) **Comunidad :** Yaraje
- 4) **Tipología:** *Deslizamiento.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Desde la base al techo, en la zona de arranque del movimiento, justo por debajo de la cicatriz, afloran los siguientes materiales:

☞ **Suelo residual detrítico:** constituida por una cobertura detrítica de 0.2 metros de espesor formada por una matriz arcillosa.

☞ **Roca fresca:** en la base de la cicatriz aflora toba riodacítica de coloración púrpura clara, de 8m de espesor.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la zona de rotura genera un escarpe de 3.5 metros de ancho, 25 metros de longitud y una profundidad de 1 metro. El deslizamiento tiene forma de lengua.

Zona de trayecto y de depósito: el deslizamiento alcanza un recorrido de 120 metros y la zona de depósito es 400 m².

7) **Orientación de la ladera:** N55°W

8) **Usos del suelo:** talud del camino

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 22

1) **Número de referencia:** 68

2) **Referencias:** 531 393 E
1505 022 N

3) **Comunidad :** Yaraje

4) **Tipología:** *Deslizamientos superficiales.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se observan 2 deslizamientos superficiales distanciados uno del otro 10 metros y su composición es toba riódacítica. Ambos deslizamiento presentan forma lobular derecha pero un poco subredondeada.

6) Descripción morfológica:

Se trata de pequeños deslizamientos superficiales con zonificación poco definida. Sin embargo, por las características del terreno y del material geológico se estima que este es un sitio con un potencial de peligro bajo.

7) Orientación de la ladera: Oeste

8) Usos del suelo: bosque secundario

9) Elementos vulnerables: vía de acceso

10) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 23

1) Número de referencia: 69

2) Referencias: 531 405 E
1505 004 N

3) Tipología: *Deslizamiento superficial.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Composición es toba riódacítica. Presenta forma lobular izquierda.

5) Descripción morfológica:

Pequeño deslizamiento superficial, no presenta compartimentos definidos.

7) Orientación de la ladera: Oeste

8) Usos del suelo: bosque secundario

9) Elementos vulnerables: vía de acceso

10) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 24

- 1) **Número de referencia:** 70
- 2) **Referencias:** 534 378 E
1506 603 N
- 3) **Comunidad :** Icalupe
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- La relación de altura es 21: 8.5, o sea, que la pendiente es 40% ó 36°.
- En la parte superior de la ladera, encontramos suelo superficial detrítico de 0.3 metros de potencia, de coloración beige – anaranjado claro. Posteriormente encontramos bloques lávicos masivos con pequeñas vesículas. Las dimensiones de los bloques varían de: 1m x 0.6m; 0.50m x 0.46m a 0.16m².
- 6) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** la zona de cicatriz tiene 6 metros de rotura, 30m de longitud y 3 metros de profundidad en la parte central.
- Zona de trayecto y de depósito:** los materiales se movilizaron 160 metros, dejando un depósito de aproximadamente 1650 m². El ancho del canal de recorrido varía de 10 – 15 metros.
- 7) **Orientación de la ladera:** Suroeste
- 8) **Usos del suelo:** bosques primarios.
- 9) **Elementos vulnerables:** quebrada
- 10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch
- 11) **Fotografías:** 9.11 (a)

FICHA # 25

- 1) **Número de referencia:** 71
- 2) **Referencias:** 534 304 E
1506 621 N
915 m
- 3) **Comunidad :** Icalupe
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- En el movimiento encontramos una alternancia desde la parte superior de bloques lávicos, suelo arenoso en la parte central de 7m de espesor de coloración blanquecina – anaranjado claro y en la base se observan los bloques lávicos nuevamente.
- Se presentan fracturas con dirección N58°E.
- 6) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** La cicatriz del movimiento tiene 2 m de profundidad, 15 m de longitud y 5 m de ancho.
- Zona de trayecto y de depósito:** El movimiento tiene aproximadamente 65 metros de longitud. La zona de depósito tiene 230 m².
- 7) **Orientación de la ladera:** Suroeste
- 8) **Usos del suelo:** bosques primarios.
- 9) **Elementos vulnerables:** quebrada
- 10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch
- 11) **Fotografías:** 9.11 (b)

FICHA # 26

- 1) **Número de referencia:** 73
- 2) **Referencias:** 534 686 E
1505 500 N
- 3) **Comunidad :** Icalupe
- 4) **Tipología:** *Flujo de detritos.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El flujo de detritos está constituido por toba dacítica alterada de coloración violeta blanquecina.

La matriz era limo arcillosa, conteniendo fragmentos dacíticos.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: El movimiento presenta una cicatriz principal de 3 m de longitud con una profundidad de 1 m y una cicatriz secundaria de 2 m de longitud y 0.5 m de profundidad.

Zona de trayecto y de depósito: Desde la parte alta del cerro hasta abajo se ubica a 20 m. El flujo llega hasta la base del cerro en la parte plana. Es un movimiento activo, puesto que se observan los árboles inclinados, se ubica desde el camino al S50°W. Los materiales se movilaron 280 metros de longitud y la zona de depósito es la parte plana del terreno cubriendo una superficie de 5200 m². El ancho del canal de recorrido es 10 metros.

- 7) **Orientación de la ladera:** Noreste
- 8) **Usos del suelo:** bosques primarios (Pinares).
- 9) **Elementos vulnerables:** los cultivos (maíz, frijoles)
- 10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 27

- 1) **Número de referencia:** 74
- 2) **Referencias:** 535 250 E
1506 285 N
- 3) **Comunidad :** Icalupe
- 4) **Tipología:** *Deslizamiento superficial.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Deslizamiento activo, abundantes bloques en toda la ladera noreste del cerro Icalupe, aparentemente han seguido cayendo, también se presentan algunos árboles inclinados. Los bloques llegan hasta el borde del camino.
- 6) **Descripción morfológica:**

Tiene forma esferoidal y cubre un área de 1600 m² aproximadamente.
- 7) **Orientación de la ladera:** SSW
- 8) **Usos del suelo:** bosques primarios.
- 9) **Elementos vulnerables:** no identificado
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 28

- 1) **Número de referencia:** 75
- 2) **Referencias:** 535 573 E
1506 090 N
- 3) **Comunidad :** Icalupe
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La parte alta de la ladera de la pared NE de la ladera y la pared NW se encuentra en intensa actividad de derrumbe, así mismo, se observa en la parte del borde de la ladera árboles inclinados y algunos bloques sueltos que de forma esporádica caen al camino.

De base a techo, en la zona de arranque del movimiento, por debajo de la cicatriz de rotura, afloran los siguientes materiales:

- ✍ **Tobas dacíticas:** presenta un espesor de 4 metros, de coloración blanquecina con manchas café. A este estrato lo afecta una falla con desplazamiento vertical de 17 cm.
- ✍ **Aglomerados:** el espesor promedio es 2.5 metros, presentan forma angular, sus dimensiones promedios 0.2 m³.
- ✍ **Dacita:** de coloración rosada clara, el espesor es de 5 metros.

6) Descripción morfológica:

La zona de derrumbe tiene 25 m de ancho y 130 m de longitud. Los materiales se depositan a lo largo del camino.

7) Orientación de la ladera: Noroeste

8) Usos del suelo: bosques primarios y talud del camino.

9) Elementos vulnerables: vía de acceso

10) Funcionalidad: Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 29

1) Número de referencia: 75 b

2) Referencias: 535 768 E
1505 620 N

3) Tipología: *Flujo de detritos.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Constituido por toba dacítica de coloración blanquecina violeta. La matriz es limo arcillosa.

5) Descripción morfológica:

Presenta una característica muy peculiar en forma de pie cuya parte inferior del mismo se ubica en la cabecera del movimiento. El flujo de detritos tiene un recorrido de 90 metros, el ancho del canal varía de 8 – 14 metros y una profundidad media 0.5 metros.

6) Orientación de la ladera: Noroeste

7) Usos del suelo: bosques primarios.

8) Elementos vulnerables: no definidos

9) Funcionalidad: Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 30

1) Número de referencia: 80

2) Referencias: 535 713 E
1506 610 N
1005 m

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

El material que constituye la zona de derrumbe es Toba dacítica. Suelo arenosos de aproximadamente 0.3 metros de espesor.

5) Descripción morfológica:

Tiene 75 metros de ancho y 200 metros de longitud.

6) Orientación de la ladera: N45°E

7) Usos del suelo: talud del camino.

8) Elementos vulnerables: trocha

9) Funcionalidad: Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 31

- 1) Número de referencia:** 81
- 2) Referencias:** 536 053 E
1504 133 N
970 m
- 3) Tipología:** *Derrumbe.*
- 4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- La litología que conforma dicho movimiento es toba dacítica. Se observó un suelo arcillo arenoso de color marrón con presencia de algunos pequeños fragmentos de la misma toba dacítica.
- 5) Descripción morfológica:**
- El movimiento tiene un recorrido de 100 metros, el ancho es de 60 metros. La zona de rotura tiene 1 metro de profundidad.
- 6) Orientación de la ladera:** Noroeste
- 7) Usos del suelo:** bosques primarios (pinares)
- 8) Elementos vulnerables:** una quebrada
- 9) Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 32

- 1) Número de referencia:** 84
- 2) Referencias:** 537 552 E
1504 669 N
972 m
- 3) Tipología:** *Deslizamiento.*
- 4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Esquistos con intercalación de sílice. El material del talud del camino se ha deslizado y ha afectado grandemente parte del borde del camino.

En la pared norte del corte del camino, la cobertura de suelo tiene un espesor de 30 cm. Los esquistos aparentemente micáceos tienen un buzamiento preferencial de 40NW. El cuarzo se presenta plegado.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: forma semi – ovalado, desnivel topográfico de 1.5 metros. Al momento de este levantamiento el sitio se encuentra recubierto de vegetación lo que impide la determinación de algunos parámetros geométricos.

Zona de trayecto y de depósito: el fenómeno tiene aproximadamente 35 metros de ancho y 100 metros de longitud, los materiales movilizados se depositan a lo largo del camino y alcanzan a llegar a la quebrada aledaña del sitio.

6) Orientación de la ladera: Noroeste

7) Usos del suelo: bosques primarios

8) Elementos vulnerables: vía de acceso, quebrada

9) Funcionalidad: Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

10) Fotografías: 9.17

FICHA # 33

1) Número de referencia: 88

2) Referencias: 537 342 E
1505 374 N
966 m

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

El camino lleva dirección NE – SW. Se observa un bloque silicificado englobado en una matriz esquistosa la cual se presenta plegada. El material que se presenta en el corte del camino es suelto, de coloración grisácea – parda, son esquistos alterados. A aproximadamente 50m se observó una falla de tipología inversa. Los esquistos presentan cierto plegamiento a causa de la falla que los está afectando. La falla se encuentra rellena de sílice y tiene 1 centímetro de abertura.

5) Descripción morfológica:

Presenta una forma semi circular, tiene 75 metros de ancho y 100 metros de longitud.

6) Orientación de la ladera: Norte

7) Usos del suelo: bosques primarios y corte de la ladera.

8) Elementos vulnerables: vía de acceso

9) Funcionalidad: Post Mitch

10) Fotografías: 8.1

FICHA # 34

1) Número de referencia: 89

2) Referencias: 537 542 E
1505 229 N
970 m

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Presente zona de falla de 1m de ancho, rumbo N43°W y buzando 55° al suroeste. Se observa un lente de material metamorfozido sobreyaciendo a una capa de cuarzo. Posteriormente se presenta un material metamórfico silicificado plegado.

5) Descripción morfológica:

Corresponde a una zona de derrumbe cuyo escarpe tiene forma semicircular, poco definida.

6) Orientación de la ladera: Noreste

7) Usos del suelo: talud del camino a Icalupe

8) Elementos vulnerables: vía de acceso

9) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 35

- 1) Número de referencia:** 90
- 2) Referencias:** 537 628 E
1505 049 N
- 3) Tipología:** *Derrumbe.*
- 4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Esquistos en contacto con dacita silicificada. Se presenta fallamiento con dirección preferencial N5°W afectando el substrato de la dacita silicificada, marcando de esta forma el contacto existente con el esquistos.

Las capas de esquistos buzcan 22° al noreste. El material se caracteriza como un suelo arcilloso producto de la alteración de los esquistos de coloración gris – azulado.

5) Descripción morfológica:

El material que se ha derrumbado se deposita en el camino.

- 6) Orientación de la ladera:** Noreste
- 7) Usos del suelo:** bosques primarios, talud de carretera.
- 8) Elementos vulnerables:** Camino
- 9) Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch
- 10) Fotografías:**



FICHA # 36

- 1) Número de referencia:** 91
- 2) Referencias:** 537 567 E
1504 839 N
951 m
- 3) Tipología:** *Deslizamiento.*
- 4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Esquistos. Se presenta deslizamiento de 15 m de alto, en la parte media del movimiento tiene 12 m de ancho y en la base 15 m de longitud. La dirección del flujo es N – S. Se observó en la parte alta del corte en dirección N18°E un árbol de pino inclinado a punto de caer.
- Inicialmente una porción de la ladera sur, sufrió un deslizamiento de tipo traslacional. Este primer deslizamiento se localiza en la parte media de la ladera, posteriormente se han venido produciendo nuevos movimientos cubriendo un área mayor.
- El material se caracteriza como un suelo arcilloso producto de la alteración de los esquistos de coloración gris – azulado. En la parte derecha de donde se observó el deslizamiento se presenta una quebrada que tiene dirección S62E, ésta también es un elemento que contribuye al rápido deterioro de la vía de acceso.
- 5) Descripción morfológica:**
- El nicho de arranque mide 1 m de profundidad. El material removido se deposita en el camino hasta llegar a la parte media de la hondonada.
- 6) Orientación de la ladera:** Oeste
- 7) Usos del suelo:** bosques primarios y talud de la carretera.
- 8) Elementos vulnerables:** Vía acceso
- 9) Funcionalidad:** Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch
- 10) Fotografías:** 9.15

FICHA # 37

- 1) Número de referencia:** 92
- 2) Referencias:** 537 681 E
1504 578 N
1182 m
- 3) Tipología:** *Derrumbe.*
- 4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- En el corte del camino se observó esquistos silicificados en la parte central y en los lados esquistos compactos. La parte central del corte se ha venido consecuentemente deslizando.
- 5) Descripción morfológica:**
- El movimiento tiene 40 metros de longitud y 50 metros de ancho. La zona de rotura presenta 1.5 metros de profundidad.
- El material removido se deposita en la base de la ladera formando pequeñas acumulaciones en la vía de acceso.
- 6) Orientación de la ladera:** Suroeste
- 7) Usos del suelo:** bosques primarios y talud del camino
- 8) Elementos vulnerables:** Vía de acceso
- 9) Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 38

- 1) Número de referencia:** 94
- 2) Referencias:** 537 892 E
1504 070 N
948 m
- 3) Tipología:** *Deslizamiento.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

La litología de la zona son esquistos. Se apreció deslizamientos secundarios dentro de un deslizamiento mayor, producto de estos la cobertura vegetal se ha ido perdiendo y no hay soporte del material. Se presentan árboles inclinados.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se encuentra limitada por una cicatriz semicircular de 70 metros de longitud de un extremo a otro. La altura del escarpe es de 3 metros. La inclinación de la pendiente de la ladera en la zona de rotura es de 55°.

Zona de trayecto y de depósito: La trayectoria de este fenómeno es de forma tubular con ancho máximo de 60 metros. La distancia total del recorrido es de unos 600 metros. El canal de tránsito tiene una profundidad promedio de 2.5 metros.

La zona de depósito fue removida por acciones de restauración del camino y, consecuentemente, no se lograron determinar las características geométricas del mismo.

6) **Orientación de la ladera:** el fenómeno de inestabilidad tiene dirección Oeste.

7) **Usos del suelo:** El terreno tiene uso forestal. Considerado de segunda generación debido a la explotación del bosque primario. En la base del derrumbe se encuentra un camino de acceso.

8) **Elementos vulnerables:** Vía de acceso.

9) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

10) **Fotografías:** 9.16

FICHA # 39

- 1) **Número de referencia:** 95
- 2) **Referencias:** 537 676 E
1503 982 N
909 m
- 3) **Tipología:** Derrumbe.

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Esquistos plegados un poco meteorizados. El suelo detrítico es arcilloso de color gris marrón.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se encuentra limitada por una cicatriz semicircular de 70 metros de longitud de un extremo a otro. La altura del escarpe es de 2.5 metros.

Zona de trayecto y de depósito: La trayectoria de este fenómeno es de forma tubular con ancho máximo de 70 metros. La distancia total del recorrido es de unos 350 metros. El canal de recorrido tiene una profundidad promedio de 2 metros.

La zona de depósito es constantemente removida por acciones de restauración del camino y, consecuentemente, no se lograron determinar las características geométricas del mismo.

6) Orientación de la ladera: Oeste

7) Usos del suelo: bosques primarios y talud del camino

8) Elementos vulnerables: Vía de acceso

9) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 40

1) Número de referencia: 96

2) Referencias: 537 600 E
1503 680 N
870 m

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Zona de inestabilidad, afectando de manera directa el camino.

El corte está constituido de material metamórfico y toba dacítica fuertemente meteorizada. El contacto litológico está dividido por la quebrada con dirección NW – SE. Se estima que este contacto tiene gran influencia en el desarrollo de este fenómeno.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la morfología de la zona de rotura es semicircular, presentando una cicatriz con unas dimensiones de 60 metros de ancho por 5 de largo y una profundidad de 1 metro. En el área que queda delimitada en el interior de la cicatriz se forma una plataforma inclinada a favor de la pendiente, donde aflora el regolito.

Zona de trayecto y de depósito: los materiales que se desprendieron no fueron transportados muy lejos, se han depositado al pie del escarpe.

El recorrido de los materiales tiene 130 metros de longitud y un ancho máximo de 90 metros.

6) Orientación de la ladera: Noroeste

7) Usos del suelo: bosques primarios y talud del camino

8) Elementos vulnerables: Vía de acceso

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 41

1) Número de referencia: 99

2) Referencias: 530 900 E
1484 950 N

3) Tipología: *Derrumbe*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

En la pared oeste del corte de la carretera de base a techo, en la zona de arranque del movimiento, por debajo de la cicatriz de rotura, aflora los siguientes materiales:

- ✍ **Suelo coluvial:** El espesor del depósito es de 0.4 metros. Constituido por una matriz arcillo arenosa que contiene fragmentos angulosos a subangulosos de diámetros centimétricos de origen volcánico.
- ✍ **Regolito:** arcillas de color verdusca, verde amarillenta y parda que presentan espesores 0.5 metros en la zona de rotura del movimiento. Proviene de la alteración de la roca volcánica del substrato y se encuentran por encima de éste y por debajo del suelo coluvial descrita anteriormente.
- ✍ **Dacita:** de coloración rosada – púrpura, con espesor de 0.7m.
- ✍ **Toba dacítica:** coloración rosada – blanquecina. Aparentemente las capas buzan hacia el oeste.
- ✍ **Conglomerados:** éstos son de andesita y se encuentran inmersos en una matriz de composición dacítica. El espesor es de aproximadamente 10m.

5) Descripción morfológica:

El corte de la ladera es de aproximadamente 120 metros de longitud y 50 metros de alto. Los materiales que ha caído se han depositado al pie del talud y en el canal que sirve de desagüe.

6) Orientación de la ladera: oeste

7) Usos del suelo: talud de la carretera

8) Elementos vulnerables: afecta de manera directa el canal de desagüe y a la vez la carretera hacia El Espino.

9) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

10) Fotografías:



Ficha # 42

- 1) Número de referencia:** 101
- 2) Referencias:** 530 186 E
1486 232 N
910 m
- 3) Comunidad :** Frontera El Espino
- 4) Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La secuencia de los materiales se describe de izquierda a derecha:

- a) El material de coloración verdusca, un poco húmedo y agrietado, espesor de 1m.
- b) Basalto andesita, 1m de espesor en el lado izquierdo y en el derecho 2.5m y 1m. Longitud de 10m.
- c) Dacita alteradas, de coloración parda. Longitud de 5m y 5m de alto.
- d) Dacita andesitas de coloración gris oscura. Ancho de aproximadamente 0.7m – 1m.
- e) Aglomerado basáltico, fragmentos sub redondeados – subangulosos.
- f) Dacita alteradas.
- g) Dacita alterada pero con presencia de fragmentos en su Matriz. Los fragmentos se presentan subangulosos a angulosos. Longitud aproximada de 70 m y alto de 12m.
- h) Lavas dacita andesita intensamente fracturadas de 15m de alto. Las lavas tienen rumbo N21W y buzan 38° al SW. Las fracturas llevan dirección N29E, 42° al SE; N31E, 62° al SE.

6) Descripción morfológica:

Pared Sur. El corte es de aproximadamente 150m de longitud. Como consecuencia del alto fracturamiento de las lavas andesíticas, se han desprendidos fragmentos del talud ocupando como zona de depósito la vía de acceso y canal de desagüe.

7) Orientación de la ladera: Noreste

8) Usos del suelo: Talud de la carretera

9) Elementos vulnerables: Vía de acceso y canal de desagüe.

10) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 43

- 1) **Número de referencia:** 102
- 2) **Referencias:** 531 920 E
1483 978 N
756 m
- 3) **Comunidad :** Km 234 ½
- 4) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El corte es de aproximadamente 300 m de longitud. Todo el cerro es de composición andesítica.

En la parte superior del cerro se presenta andesita silicificada localmente con un espesor de 15 cm, las capas tienen dirección N57°W y buza 85° al SSE.

En la parte central del cerro se presenta un bolsón de alteración hidrotermal. La alteración hidrotermal se presenta principalmente donde está fracturado, proporcionando a su vez diversas coloraciones de la alteración de la roca. En la parte un poco más baja de la ladera se presenta andesitas silicificadas pero buzando 36° al sur.

Las fracturas tienen dirección N10°E a N27°E. Se presenta un plano de falla N57°E y buzamiento 65° al SE en andesitas masivas con desplazamiento vertical de 25 cm.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: El área se corresponde con una amplia zona de inestabilidad donde los bloques de roca lávica de composición andesítica se desprenden de manera aislada. Esto no permite identificar una zona de ruptura definida.

Zona de trayecto y de depósito: Debido a las características del fenómeno no se presenta una zona de trayecto ni de depósito definido. El material derrumbado se acumula a lo largo del tramo de carretera afectado, unos 300 metros lineales.

7) **Orientación de la ladera:** Sur.

8) **Usos del suelo:** Talud de la carretera

9) **Elementos vulnerables:** Carretera Panamericana y canal de drenaje de aguas pluviales.

10) **Funcionalidad:** Pre Mitch, Sin Mitch y Post Mitch

11) **Fotografías:** 9.9 – 9.10

FICHA # 44

1) **Número de referencia:** 119

2) **Referencias:** 549 060 E
1487 333 N

3) **Comunidad :** Portillo El Jicarito

4) **Tipología:** *Deslizamiento.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Deslizamiento superficial en forma de corazón. La litología presente en la zona es andesita.

La andesita se presenta intensamente alterada, coloración parda verdusca. En la parte superior de la cabecera del deslizamiento se presenta un suelo detrítico arcillo arenoso de color marrón con un espesor aproximado de 0.4 metros.

6) **Descripción morfológica:**

El deslizamiento tiene 70 metros de longitud, ancho 45 metros. La zona de arranque mide 40 metros de longitud, 2.5 metros de ancho y una profundidad de 1.20 metros.

7) **Orientación de la ladera:** Suroeste

8) **Usos del suelo:** bosques secundarios

9) **Elementos vulnerables:** no identificados

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 45

- 1) **Número de referencia:** 120
- 2) **Referencias:** 549 084 E
1486 953 N
- 3) **Tipología:** *Deslizamiento.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Cerro cuatro esquinas (Anisal). Conformado de andesita con cierto grado de alteración, la coloración es grisácea oscura. El deslizamiento tiene dirección N35°E.
- 5) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** la cicatriz mide 80 metros de longitud, el ancho varía de 3 – 5 metros y con una profundidad de 1.5 metros.
- Zona de trayecto y de depósito:** la zona de recorrido tiene 120 metros de longitud, un ancho variable entre 20 – 40 metros.
- 6) **Orientación de la ladera:** Noreste
- 7) **Usos del suelo:** bosques secundarios
- 8) **Elementos vulnerables:** vía de acceso
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 46

- 1) **Número de referencia:** 121
- 2) **Referencias:** 549 364 E
1487 173 N
942 m
- 3) **Tipología:** *Deslizamiento.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Deslizamiento presentando una característica lobular. La litología es andesita meteorizada.

5) Descripción morfológica:

Las dimensiones son un poco difusas ya que se encuentra un poco cubierto de vegetación. Según observaciones realizadas se puede estimar las siguientes medidas para tal fenómeno: 50 metros de longitud, 25 metros de ancho. En la zona de cicatriz aunque no muy clara de apreciar, se estimó 17 metros de longitud, 2.5 metros de ancho y una profundidad de 1 metro aproximadamente.

6) Orientación de la ladera: Norte

7) Usos del suelo: bosques secundarios y talud del camino

8) Elementos vulnerables: vía de acceso

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 47

1) Número de referencia: 122

2) Referencias: 549 000 E
1487 854 N
804 m

3) Tipología: *Deslizamiento.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

El deslizamiento tiene dirección S8°W. Andesita, se presenta fuertemente fracturada.

5) Descripción morfológica:

La longitud del recorrido es 110 metros y ancho de 40 metros. La zona de cicatriz tiene 15 metros de longitud y 2 metros de ancho.

6) Orientación de la ladera: Sur

7) Usos del suelo: bosques secundarios y talud del camino

8) Elementos vulnerables: vía de acceso

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 48

1) Número de referencia: 130

2) Referencias: 549 245 E
1491 788 N

3) Comunidad : Km 212

4) Tipología: *Derrumbe.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

El afloramiento de aproximadamente 150 m de longitud y 30 m de alto es de andesita silicificada cortada por un dique diorítico (?). El dique lleva dirección N58°W. La andesita silicificada se encuentra fuertemente fracturada, masiva. Las fracturas llevan la misma dirección que el dique.

El dique se presenta de forma masiva, de coloración marrón oscura, espesor de 3m.

En el corte se observó una falla con desplazamiento vertical, tiene dirección norte - sur, afecta a la toba andesítica silicificada (N82°E)

6) Descripción morfológica:

La zona de rotura se presenta donde el intrusivo corta el substrato de andesita silicificada fracturada. El material desprendido se deposita en el canal de escorrentía de la carretera.

7) Orientación de la ladera: Norte

8) Usos del suelo: Talud de la carretera

9) Elementos vulnerables: carretera y canal de desagüe.

10) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

11) Fotografías: 8.3

FICHA # 49

1) Número de referencia: 2B

2) Referencias: 532 342 E
1505 743 N
873 m

3) Tipología: *Flujo de detritos.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Toba dacítica, coluvio de material tobáceo.

La formación superficial tiene un espesor de 0.3 – 0.4 metros, es de coloración parda oscura.

El regolito tiene 0.8 metros de espesor, color beige oscuro, arenácea.

El camino lleva dirección N – S.

5) Descripción morfológica:

El flujo de detritos tiene forma elipsoidal y se encuentra asociado a la inclinación de la pendiente. Es un movimiento activo.

Zona de rotura: 20 metros de longitud, 2.5 metros de ancho.

Zona de trayecto y de depósito: la zona de trayecto es de 120 metros de longitud, el ancho es de 50 metros, mientras que la zona de depósito cubre un área de 700 m².

6) Orientación de la ladera: N80°E, 40%

7) Usos del suelo: forestal

8) Elementos vulnerables: la trocha o vía de acceso.

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 50

- 1) **Número de referencia:** 3B
- 2) **Referencias:** 532 190 E
1505 439 N
- 3) **Tipología:** *Deslizamiento.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

La litología que conforma el deslizamiento es toba dacítica, coloración púrpura blanquecina.

- 5) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: se compone de material tobáceo dacítico, donde la corona del flujo de detritos tiene 40 metros de longitud, 2.5 metros de ancho y una profundidad de 0.70 metros.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento tiene dirección norte y al llegar a la parte media de éste se desvía en dirección N22°E, hasta el sitio de depósito. El ancho del canal por la cual fluyó la masa varía de 15 – 35 metros y la zona de depósito cubre un área aproximada de 550 m² (se encuentran abundantes bloques de toba dacítica de diversas dimensiones (dm – cm). La longitud del deslizamiento es de aproximadamente 190 m.

- 6) **Orientación de la ladera:** Norte

- 7) **Usos del suelo:** forestal

- 8) **Elementos vulnerables:**

- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 51

- 1) **Número de referencia:** 11B
- 2) **Referencias:** 534 325 E
1506 055 N
906 m
- 3) **Tipología:** *Deslizamientos.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

La formación superficial tiene un espesor de 0.7 metros, es de coloración parda oscura.

El terreno es totalmente inestable, está constituido por toba dacítica, presenta abundantes deslizamientos (flujos) superficiales. Estos movimientos se encuentran en estado activo.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se compone de material tobáceo dacítico. La zona de arranque tiene 28 metros de longitud, 2 metros de ancho y una profundidad de 0.50 metros.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento tiene dirección noreste. El ancho del canal por la cual fluyó la masa 50 metros, la longitud es 90 metros y la zona de depósito cubre un área aproximada de 500 m².

6) Orientación de la ladera: Noreste

7) Usos del suelo: bosques primarios

8) Elementos vulnerables: no identificados

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 52

1) Número de referencia: 12B

2) Referencias: 534 567 E
1506 020 N
912 m

3) Tipología: *Reptaciones + flujos.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

En esta zona se presenta una serie de fenómenos: reptaciones + flujos. Se encuentran constituidos por tobas dacíticas. El suelo detrítico que recubre la ladera tiene un espesor aproximado de 0.5 metros, coloración pardo blanquecino.

Los movimientos “b” – “c” son reptaciones + flujos, en el cual “b” tiene dirección N79°E y “c” N73°E. Los movimientos “a” (Noreste), “d” (N34°E), “e” (N54°E) son flujos.

A 50 m del punto anterior se observó una fractura con dirección N85°W.

5) Descripción morfológica:

Flujo “a”, en este caso se trata de dos movimientos que se originan por separado pero que se canalizan inmediatamente un solo flujo.

Zona de rotura: cada uno de los movimientos se encuentra circunscritos por dos cicatrices lobulares prolongadas que vinculan un solo movimiento, movilizándolo el material por el mismo canal.

Las dimensiones y las características de las dos zonas de ruptura varían un poco; la cicatriz de la parte derecha presenta una superficie de rotura de 45 metros de longitud, ancho variable de 3 a 6 metros y una profundidad de 2.5 metros; en cambio la cicatriz de la parte izquierda tiene una rotura de 40 metros de longitud, ancho de 2.5 metros y profundidad de 1.5 metros.

Zona de trayecto y zona de depósito: : se presenta en forma de canal, con poca erosividad, su trayectoria se describe a lo largo del regolito de 3 a 5 metros de ancho y 135 metros de longitud. A lo largo del recorrido se deposita un material constituido por una matriz arcillosa. La zona de depósito cubre un área de aproximadamente 115 m².

Reptación + flujo “b” y “c”. Se trata de reptaciones seguidas del desarrollo de flujos de detritos.

Zona de rotura: Las dimensiones y las características de ambos movimientos son: la cicatriz del *flujo “b”* presenta una superficie de rotura de 40 metros de longitud, ancho de 3 metros y una profundidad de 2.5 metros; en cambio la cicatriz del *flujo “c”* tiene una rotura de 50 metros de longitud, ancho de 5 metros y profundidad de 2 metros.

Zona de trayecto y zona de depósito: *flujo “b”* tiene un recorrido de 130 metros y 150 metros de ancho. Así mismo, el *flujo “c”* presenta un trayecto de 140 metros y un ancho promedio 25 metros.

Flujo “d” y “e”.

Zona de rotura: Las extensiones y las particularidades entre ambos movimientos son: la cicatriz del *flujo “d”* presenta una superficie de rotura de 20 metros de longitud, ancho de 3 metros y una profundidad de 1.5 metros; en

cambio la cicatriz del *flujo "e"* tiene una rotura de 20 metros de longitud, ancho de 2.5 metros y profundidad de 1 metro.

Zona de trayecto y zona de depósito: *flujo "d"* tiene un recorrido de 100 metros y un ancho variable de 15 - 25 metros. Así mismo, el *flujo "e"* presenta un trayecto de 60 metros y un ancho promedio 25 metros.

- 6) **Orientación de la ladera:** Noreste
- 7) **Usos del suelo:** bosques primarios
- 8) **Elementos vulnerables:** una quebrada
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 53

- 1) **Número de referencia:** 13B
- 2) **Referencias:** 535 230 E
1505 840 N
- 3) **Tipología:** *Reptaciones + flujos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

El cerro presenta reptaciones en sus laderas y pequeños flujos. Está constituido por tobas dacíticas, coloración parda debido a la alteración. El suelo detrítico que recubre la ladera tiene un espesor aproximado de 0.3 metros, coloración blanquecino con algunos fragmentos de toba dacítica.

5) Descripción morfológica:

El área que presenta las reptaciones en conjunto con los flujos tiene 120 metros de longitud y 50 metros de ancho.

- 6) **Orientación de la ladera:** Oeste
- 7) **Usos del suelo:** bosques primarios
- 8) **Elementos vulnerables:** cultivos (café, maíz)
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 54

- 1) **Número de referencia:** 4C
- 2) **Referencias:** 533 328 E
1505 256 N
- 3) **Tipología:** *Flujo de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Flujo de detritos conformado por 2 movimientos.

El material que los constituye es toba dacítica. La formación superficial del movimiento de la parte superior tiene un espesor de 0.8 metros, contiene abundantes fragmentos; en cambio, la formación superficial del segundo movimiento ubicado 1 m bajo el primero tiene un espesor de 0.3 metros y el regolito 0.35 de espesor.

Estos movimientos forman un solo flujo el cual tiene una característica peculiar en forma de ocho.

5) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: 10 metros de longitud, 2 metros de ancho y profundidad de 0.8 metros.

Zona de trayecto y de depósito: la zona de trayecto es de 40 metros, el ancho del canal varía entre 8 – 15 metros. La zona de depósito cubre un área de 90 m².

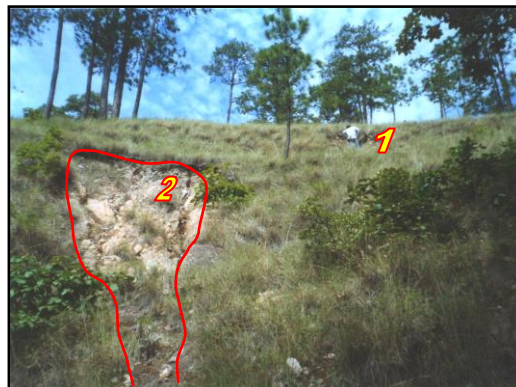
7) **Orientación de la ladera:** N40°E, 35%

8) **Usos del suelo:** forestal

9) **Elementos vulnerables:** quebrada

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

11) **Fotografías:**



FICHA # 55

- 1) **Número de referencia:** 4C₂
- 2) **Referencias:** 533 357 E
1505 197 N
- 3) **Tipología:** *Flujo de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Constituido por toba dacítica, coloración blanquecina.
- La formación superficial tiene un espesor de 0.3 metros y el regolito tiene 0.3 metros de espesor.
- 5) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** se encuentra cubierta de vegetación y es apenas visible las posibles dimensiones y características. Estimamos una longitud de 20 metros, 2.5 metros de ancho y una profundidad de 1 metro.
- Zona de trayecto y de depósito:** tiene un recorrido de 60 metros y un ancho de 25 metros.
- 6) **Orientación de la ladera:** N60°E
- 7) **Usos del suelo:** forestal
- 8) **Elementos vulnerables:** no identificados
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 56

- 1) **Número de referencia:** 2 E
- 2) **Referencias:** 538 781 E
1492 796 N
633 m
- 3) **Comunidad :** Km 226

4) Tipología: *Derrumbe.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Zona de derrumbe constituida por riocacitas.

Se encuentran abundantes bloques sueltos en la base de la ladera. Los bloques varían en dimensiones desde centimétricos hasta métricos, algunos se presentan de forma angulosas – subangulosas.

El sitio se encuentra desprovisto de vegetación y el material litológico presenta intenso fracturamiento lo que propicia los desprendimientos de la parte superior del talud.

Durante el Huracán Mitch se dio abundantes desprendimientos de bloques considerablemente grandes los cuales descendieron algunos hasta la parte plana de terreno, no se presentó daños en la casa que se ubica en la base de la ladera.

6) Descripción morfológica:

El talud tiene aproximadamente 120 – 140 metros de longitud, el ancho varía entre 90 – 100 metros.

7) Orientación de la ladera: Noroeste

8) Usos del suelo: zona de cultivo de maíz.

9) Elementos vulnerables: una Casa.

10) Funcionalidad: Sin Mitch, Post Mitch

FICHA # 57

1) Número de referencia: **3H**

2) Referencias: 537 357 E
1501 331 N
741 m

3) Comunidad : **Llano Limpio**

4) Tipología: *Deslizamiento.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

En la zona se presenta suelo residual en conjunto con suelo coluvial. El deslizamiento está constituido por toba riódacíticas, coloración beige clara.

El deslizamiento tiene dirección S24°E.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la corona del deslizamiento tiene 20 metros de longitud, 2.5 metros de ancho y una profundidad de 0.70 metros.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento tiene dirección sureste y el ancho del canal por la cual fluyó la masa tiene un ancho promedio de 30 metros. La longitud del deslizamiento es de aproximadamente 125 m.

7) Orientación de la ladera: Sureste

8) Usos del suelo: Siembro de maíz y frijoles.

9) Elementos vulnerables: Cultivos

10) Funcionalidad: Sin Mitch y Post Mitch

FICHA # 58

1) Número de referencia: 6H

2) Referencias: 535 243 E
1500 397 N

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Zona de derrumbe.

La litología que conforma el sitio es riódacitas. El buzamiento de las capas de riódacita estratificadas es 28° al sur, con un rumbo N40°W.

A aproximadamente 100 m hacia el oeste del sitio se observó un sistema de fallas con dirección N77°W y buzamiento 65° al sur.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la zona de arranque tiene 45 metros de longitud, 5 metros de ancho y una profundidad de 1.70 metros.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento tiene dirección norte, ancho del canal por se desplazó el material es de 65 metros y la zona de depósito cubre un área aproximada de 5000 m². La longitud del deslizamiento es de aproximadamente 200 m. Los materiales desprendidos se depositan en la quebrada.

6) Orientación de la ladera: Norte

7) Usos del suelo: bosques secundarios

8) Elementos vulnerables: una quebrada

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 59

1) Número de referencia: 7H

2) Referencias: 535 090 E 1500 229 N 888 m

3) Tipología: *Derrumbe.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

La litología que aflora en el sitio es riodacita, se presenta alterada, coloración blanquecina.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la cicatriz tiene 25 metros de longitud y 7 metros de ancho.

Zona de trayecto y de depósito: la zona de depósito llega a alcanzar la quebrada aledaña la cual tiene dirección S25°W.

6) Orientación de la ladera: N45°W

- 7) **Usos del suelo:** vegetación secundaria
- 8) **Elementos vulnerables:** quebrada y vía de acceso
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 60

- 1) **Número de referencia:** 9H
- 2) **Referencias:** 534 400 E
1500 581 N
909 m
- 3) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Constituido por riodacitas.

Las riodacita se presentan intensamente fracturadas. Las fracturas llevan dirección N74°W y N15°E. El buzamiento de las capas es 18° al Este, con un rumbo N15°E.

La pequeña quebrada tiene dirección N68°E.

- 5) **Descripción morfológica:**

La zona de arranque tiene 45 metros de longitud, 5 metros de ancho y 1.5 metros de profundidad. El recorrido del movimiento tiene 150 metros de longitud y 90 metros de ancho.

Abundantes bloques se han depositado en la base del talud, obstruyen de tal manera la vía de acceso.

- 6) **Orientación de la ladera:** Noroeste
- 7) **Usos del suelo:** tacotales
- 8) **Elementos vulnerables:** vía de acceso
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 61

- 1) **Número de referencia:** 10 H
- 2) **Referencias:** 533 888 E
1501 472 N
952 m
- 3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se encuentra constituido por una alternancia de niveles blandos de regolitos de rocas volcánicas y niveles mas duros de roca volcánica inalterada.

De base a techo, en la zona de arranque del movimiento, por debajo de la cicatriz de rotura, afloran los siguientes materiales:

✍ **Suelo residual detrítico:** El espesor del depósito es de 0.3 metros en la zona de rotura. Constituido por una matriz arcillo arenosa que contiene fragmentos angulosos - subangulosos de diámetros centimétricos de origen volcánico. Este suelo se generó por antiguos movimientos de ladera.

✍ **Regolito:** arcillas de color rojizo que presentan espesores variables de hasta 0.5 metros en la zona de rotura del movimiento. Proviene de la alteración de la roca volcánica del substrato y se encuentran por encima de éste y por debajo del suelo residual detrítico descrita anteriormente.

✍ **Roca fresca:** en la zona central de la cicatriz aflora 35 metros de roca volcánica riodacítica fracturada pero poco alterada.

5) **Descripción morfológica:**

Se desarrollan 3 movimientos los cuales se unen entre sí en cierto punto y se canalizan como un solo flujo de detritos.

Zona de rotura: este movimiento es peculiar ya que el arranque del flujo se produce en los materiales blandos que constituyen los regolitos, situadas por debajo de los estratos de roca volcánica alterada.

Se presenta una cicatriz semicircular de unos 30 metros de longitud, 4 metros de ancho y una profundidad de arranque de 1.70 metros; la cicatriz central o secundaria mide alrededor de 12 metros de longitud, 3 metros de ancho y 1 metro de profundidad; así mismo, la tercera cicatriz presenta 28 metros de longitud, 3 metros de ancho y 1.20 metros de profundidad.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento del flujo tiene dirección S42°E y al llegar a la parte media de éste se desvía en dirección S55°W, continuando al S20°E hasta el sitio de depósito (quebrada). El ancho del canal por la cual fluyó la masa es 20 metros y el recorrido de éste es de 420 metros de longitud.

El área que cubre la deposición de estos materiales es de 1100 m².

En la base de cada una de las tres cicatrices se han generado tres depósitos que se unen a lo largo de su trayectoria y que tienen un espesor promedio de 2.5 metros.

- 6) **Orientación de la ladera:** Sur
- 7) **Usos del suelo:** bosques primarios
- 8) **Elementos vulnerables:** quebrada
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 62

- 1) **Número de referencia:** 10 H (b)
- 2) **Referencias:** 533 888 E
1501 472 N
952 m
- 3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se encuentra conformado por una secuencia de horizontes suaves de regolitos y niveles de roca volcánica compacta alterada.

En la zona de arranque del movimiento, por debajo de la cicatriz de rotura, afloran los siguientes materiales:

✍ **Suelo residual detrítico:** El espesor del depósito es de 0.25 metros en la zona de rotura. Constituido por una matriz arcillo arenosa conteniendo fragmentos angulosos - subangulosos. Este suelo se generó por antiguos movimientos de ladera.

✍ **Regolito:** arcillas de color rojizo que presentan espesores variables de hasta 0.4 metros en la zona de rotura del movimiento. Proviene de la alteración de la roca volcánica del substrato y se encuentran por encima de éste y por debajo del suelo residual detrítico descrita anteriormente.

✍ **Roca fresca:** en la zona central de la cicatriz aflora 25 metros de roca volcánica riolítica alterada.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: se produce en los materiales blandos que constituyen los regolitos, situadas por debajo de los estratos de roca volcánica alterada.

Se presenta una cicatriz semicircular de unos 30 metros de longitud, 5 metros de ancho y una profundidad de arranque de 2 metros.

Zona de trayecto y de depósito: El movimiento del flujo tiene dirección S45°E hasta el sitio de depósito (quebrada). El ancho del canal por la cual circuló la masa es 18 metros y el recorrido de éste es de 480 metros de longitud. La zona de depósito cubre un área de 850 m².

6) **Orientación de la ladera:** Sureste

7) **Usos del suelo:** bosques primarios

8) **Elementos vulnerables:** quebrada

9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 63

1) **Número de referencia:** 14H

2) **Referencias:** 533 160 E
1499 956 N
1150 m

3) Comunidad :

4) Tipología: *Derrumbe.*

5) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Se encuentra constituido por riolacitas.

El camino presenta socavamiento en la parte central. Abundantes rodados de riolacita los cuales varían en dimensiones y grado de angulosidad.

6) Descripción morfológica:

Zona de rotura: 70 metros de longitud (valor asumido debido a que se encuentra parcialmente cubierta de vegetación)

Zona de trayecto y de depósito: el movimiento tiene un recorrido de 400 metros y un ancho promedio de 50 metros. La zona de depósito tiene aproximadamente 500 m². Tanto la trayectoria como el depósito de materiales se consideraron según lo que observamos, puesto que se encuentra cubierto de vegetación y es muy difícil de apreciar si este depósito rocoso abarca más área. La inclinación de la pendiente es 60°

7) Orientación de la ladera: Noroeste

8) Usos del suelo: bosques primarios y talud del camino

9) Elementos vulnerables: vía de acceso y quebrada

10) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 64

1) Número de referencia: 15H

2) Referencias: 532 670 E
1500 000 N
1120 m

3) Tipología: *Flujos de detritos.*

4) Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)

Riodacitas.

Se observaron dos movimientos que se canalizan como un solo flujo. Según el punto de observación se ubican en dirección noreste.

A los 10 m hacia el oeste se presenta una zona de falla de 1 m de ancho, tiene dirección N70°E y el buzamiento es vertical.

A 50m de las coordenadas se observó una falla con dirección N40E y deslizamientos. De la cota 25m abajo del borde de la ladera está la corona de cada deslizamiento con separación de 50m c/u.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la cicatriz del primer movimiento en la parte derecha mide 15 metros de longitud y la segunda cicatriz en la parte izquierda mide 30 metros de longitud (valor asumido debido a que se encuentra parcialmente cubierta de vegetación)

Zona de trayecto y de depósito: el movimiento tiene un recorrido de 400 metros y un ancho promedio de 40 metros. La zona de depósito tiene aproximadamente 450 m². Tanto la trayectoria como el depósito de materiales se consideraron según lo que observamos, puesto que se encuentra cubierto de vegetación y es muy difícil de apreciar si este depósito rocoso abarca más área. La inclinación de la pendiente es 65°

6) Orientación de la ladera: Noreste

7) Usos del suelo: bosques primarios y talud del camino

8) Elementos vulnerables: vía de acceso y quebrada

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 65

1) Número de referencia: 3 - O

2) Referencias: 541 885 E
1491 800 N

3) **Comunidad :** El Melonar (a unos 400 m al SE del sitio)

4) **Tipología:** *Derrumbe.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Litológicamente en el sitio predominan las rocas de composición andesitas, intensamente fracturadas, algunas de estas fracturas se encuentran rellenas de sílice.

Las fracturas presentan dirección preferencial norte – oeste.

6) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: El alto grado de fracturamiento provoca la presencia de bloques de lava de diversos tamaños, los cuales al superarse el coeficiente de fricción se derrumba. No existe una cicatriz definida, aunque la parte superior del corte puede considerarse como la zona clara de rotura.

Zona de trayecto y de depósito: El corte se encuentra contiguo al camino, que se constituye como la zona de deposición o acumulación del material derrumbado.

7) **Orientación de la ladera:** NE – SW

8) **Usos del suelo:** Talud del camino.

9) **Elementos vulnerables:** Camino Somoto – El Naranjo

10) **Funcionalidad:** Sin Mitch y Post Mitch

11) **Fotografías:** 9.12 – a; 9.12 - b

FICHA # 66

1) **Número de referencia:** 5 - O

2) **Referencias:** 540 550 E
1493 364 N
660 m

3) **Comunidad :** Los Calpules

- 4) **Tipología:** *Flujos de detritos.*
- 5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- La litología que constituye el movimiento es Andesita.
- El flujo de detritos se ubica en dirección N5°E, es un movimiento activo. Abundantes fragmentos subangulosos – subredondeados.
- La pendiente es de 15°.
- 6) **Descripción morfológica:**
- Zona de rotura:** La cicatriz del movimiento tiene 2 metros de profundidad, 25 metros de longitud y un ancho promedio de 3.5 metros.
- Zona de trayecto y de depósito:** el recorrido de los materiales movilizado es de aproximadamente 420 metros y un ancho de 50 metros.
- La zona de depósito cubre un área de aproximadamente 5000 m².
- 7) **Orientación de la ladera:** N15°W
- 8) **Usos del suelo:** bosques secundarios y talud del camino
- 9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso hacia San José de Icalupe
- 10) **Funcionalidad:** Post Mitch
- 11) **Fotografías:** 9.1

FICHA # 67

- 1) **Número de referencia:** 9 - O
- 2) **Referencias:** 538 564 E
1495 200 N
648 m
- 3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

En la zona se presenta dos movimientos contiguos constituidos de andesita alterada.

El regolito tiene un espesor de 0.3 metros, coloración marrón clara.

5) Descripción morfológica:

Zona de rotura: la zona de rotura la constituye los materiales blando (regolitos). El primer movimiento se compone de dos flujos los cuales se canalizan comportándose como un único flujo; la cicatriz de la parte este mide 30 metros de longitud, 4 metros de ancho, en cambio la cicatriz de la parte oeste tiene 20 metros de longitud, 3 metros de ancho y 2.5 metros de profundidad.

El segundo movimiento ubicado a 50 metros al oeste se compone de una cicatriz semicircular de 15 metros de longitud, 3 metros de ancho y 1.5 metros de profundidad.

Zona de trayecto y de depósito: El primer movimiento tiene un recorrido de aproximadamente 110 metros y un ancho de 95 metros. La zona de depósito fue difícil de definir puesto que se encuentra recubierta de tacotales.

El segundo movimiento presenta una movilización de materiales de 100 metros de trayecto y un ancho del canal de 15 metros. Igual que el primer movimiento no se pudo apreciar la zona de depósito.

6) Orientación de la ladera: NNW

7) Usos del suelo: bosques secundarios

8) Elementos vulnerables: quebrada

9) Funcionalidad: Post Mitch

FICHA # 68

1) Número de referencia: 11 - O

2) Referencias: 547 856 E
1492 432 N
735 m

3) Comunidad : Las Delicias

4) **Tipología:** *Flujos de detritos.*

5) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

En esta zona se presenta un conjunto de flujos detríticos. Se encuentran constituidos por andesitas alteradas. El suelo detrítico que recubre la ladera tiene un espesor aproximado de 0.3 metros, coloración rojizo claro.

El regolito tiene una coloración rojiza oscura y un espesor de 0.5 metros.

6) **Descripción morfológica:**

Flujo "a", se trata de un movimiento de forma de ovoide.

Zona de rotura: se encuentra circunscritos por una cicatriz semicircular.

Las dimensiones y las características de la zona de ruptura son las siguientes: la corona de arranque presenta una superficie de rotura de 12 metros de longitud, ancho de 3 metros y una profundidad de 1 metro.

Zona de trayecto y zona de depósito: con poca erosividad, su trayectoria se describe a lo largo del regolito de 18 a 20 metros de ancho y 50 metros de longitud.

Flujo "b", "c" y "d", presentan formas circulares.

Zona de rotura: Las extensiones y las particularidades de los movimientos son: la cicatriz del *flujo "b" y "c"* presentan una superficie de rotura de 13 metros de longitud, ancho de 2.5 metros y una profundidad de 0.70 metros; en cambio la cicatriz del *flujo "d"* tiene una rotura de 8 metros de longitud, ancho de 1 metro y profundidad de 0.5 metros.

Zona de trayecto y zona de depósito: *flujo "b"* tiene un recorrido de 27 metros y 19 metros de ancho. Así mismo, el *flujo "c"* presenta un trayecto de 20 metros y un ancho promedio 25 metros. Y en el *flujo "d"* los materiales presentan un recorrido de 15 metros de longitud y el canal tiene un ancho de 20 metros.

7) **Orientación de la ladera:** NNW

8) **Usos del suelo:** vegetación secundaria

9) **Elementos vulnerables:** vía de acceso

10) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 69

- 1) **Número de referencia:** 12 - O
- 2) **Referencias:** 550 121 E
1490 924 N
- 3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

En el sitio se presentan dos flujos detríticos, se encuentran separados uno de otro a 15 metros aproximadamente. Se encuentran constituidos por andesitas alteradas. El suelo detrítico que cubre la ladera tiene un espesor aproximado de 0.35 metros, coloración rojizo claro.

El regolito tiene una coloración rojiza oscura y un espesor de 0.3 metros.

5) **Descripción morfológica:**

Flujo "a", se trata de un movimiento de forma de semicircular.

Zona de rotura: se encuentra delimitado por una cicatriz semicircular.

La corona de arranque presenta una superficie de rotura de 15 metros de longitud, ancho de 3 metros y una profundidad de 1 metro.

Zona de trayecto y zona de depósito: su trayectoria de 28 metros de ancho y 40 metros de longitud.

Flujo "b", presenta forma circular.

Zona de rotura: superficie de rotura de 8 metros de longitud, ancho de 1.5 metros y una profundidad de 0.70 metros.

Zona de trayecto y zona de depósito: recorrido de 25 metros y 35 metros de ancho.

- 6) **Orientación de la ladera:** N60°W
- 7) **Usos del suelo:** vegetación secundaria
- 8) **Elementos vulnerables:** no identificados

9) **Funcionalidad:** Post Mitch

10) **Fotografías:** 9.4

FICHA # 70

1) **Número de referencia:** 12 – O (c)

2) **Referencias:** 550 121 E
1490 924 N

3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*

4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se encuentran conformado por andesitas alteradas.

El suelo residual detrítico, de coloración rojiza que recubre la ladera tiene un espesor aproximado de 0.35 metros.

El regolito tiene un espesor de 0.3 metros y una coloración rojiza oscura.

5) **Descripción morfológica:**

Zona de rotura: se encuentra delimitado por una cicatriz semicircular.

La corona de arranque presenta una superficie de rotura de 25 metros de longitud, ancho de 2.5 metros y una profundidad de 1.20 metro.

Zona de trayecto y zona de depósito: su trayectoria de 35 metros de ancho y 40 metros de longitud.

6) **Orientación de la ladera:** Norte

7) **Usos del suelo:** vegetación secundaria

8) **Elementos vulnerables:** no identificados

9) **Funcionalidad:** Post Mitch

10) **Fotografías:** 9.4

FICHA # 71

- 1) **Número de referencia:** 2R
- 2) **Referencias:** 544 470 E
1490 064 N
711 m
- 3) **Tipología:** *Derrumbe*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**
- Inestabilidad de terreno contiguo al Centro de Desarrollo Infantil Comunitario de el Espinito.
- Las casas están construidas contra pendiente sobre andesitas. Las andesitas tienen dirección norte – sur y buzan 24° al oeste. La pendiente de la ladera es 40° al este.
- En la base de la ladera se observaron andesitas silicificadas, el substrato tiene una orientación de N35°E.
- 6) **Orientación de la ladera:** N47°E
- 7) **Usos del suelo:** viviendas
- 8) **Elementos vulnerables:** casas
- 9) **Funcionalidad:** Post Mitch

FICHA # 72

- 1) **Número de referencia:** 6R
- 2) **Referencias:** 544 710 E
1490 841 N
- 3) **Tipología:** *Derrumbe.*
- 4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Andesitas se presentan intensamente fracturadas e intemperizadas.

El corte de aproximadamente 8m x 2m. Zona de fallamiento por cizallamiento de 0.6m. Zona de derrumbe activo.

La andesita tiene orientación N66°E y buza 34° al sureste. La falla tiene orientación N16°W y buzamiento 75°WSW.

En las fracturas se observan patinas de óxido de manganeso.

5) **Orientación de la ladera:** S40°E

6) **Usos del suelo:** viviendas

7) **Elementos vulnerables:** casa

8) **Funcionalidad:** Post Mitch

9) **Fotografías:** 8.13

FICHA # 73

1) **Número de referencia:** 8R

2) **Referencias:** 536 580 E
1491 360 N

3) **Tipología:** *Flujos de detritos.*

4) **Naturaleza de los materiales movilizados (descripción litológica, distribución, potencia, etc)**

Se presenta un flujo de detritos constituido por lavas ácidas riodacíticas. Los materiales que se movilizan en estos movimientos son:

☞ **Suelo residual detrítico**, el cual actúa recubriendo la ladera de manera discontinua, alcanzando espesores menores de 0.5 metros en toda la vertiente. Se encuentra constituido por una matriz de arcillas conteniendo pequeños fragmentos (origen volcánico) angulosos de dimensiones centimétricas a decimétricas.

☞ **Regolito** de constitución arcillosa, color rojizo oscuro, proveniente de la alteración de la roca volcánica (riodacita) del substrato. La riodacita alcanza hasta 1.5 metros de espesor.

5) Descripción morfológica:

El flujo tiene dimensiones de: 650 metros de longitud, ancho promedio de 75 metros. El flujo tiene dirección S5°E y al llegar a la parte media de éste se desvía en dirección S65°E, hasta el sitio de depósito.

6) Orientación de la ladera: Sureste

7) Usos del suelo: bosques secundarios

8) Elementos vulnerables: quebrada

9) Funcionalidad: Post Mitch

10) Fotografías: [9.7](#)

Datos petrográficos

Código de campo	SM - 1
Código de laboratorio	030068
Coordenadas UTM	538242 E 1501483 N
Lugar	San José
Litología	Latita
Textura	Porfirítica, hipidiomórfica
Composición mineralógica	Plagioclasas 60%; Opacos 12%; Vidrio 25%; Olivino 3%.
Índice de color	14
Campo	8
Caracterización	Las plagioclasas presenta fuerte alteración, sus maclas polisintética son poco identificable, presenta zonación parcial. Olivino: sericitizado.

Código de campo	SM – 5
Código de laboratorio	030073
Coordenadas UTM	530002 E 1486336 N
Lugar	El Espino
Litología	Leucoandesita
Textura	Porfirítica, hipohialina
Composición mineralógica	Plagioclasas 42%; Ortoclasa 5%, Olivino 8%; Vidrio 42%; Clinopiroxenos 3% y Horblendas pardas
Índice de color	10
Campo	10
Caracterización	Las plagioclasas se encuentran parcialmente alteradas, sus maclas bien definidas. Ortoclasa: presentan poca alteración con maclas de Karlsbad bien definidas. Horblendas: se presentan en poca cantidad y se encuentran un poco alteradas. Olivino: con alteración parcial.

Código de campo	SM – 10
Código de laboratorio	030069
Coordenadas UTM	533650 E 1507550 N
Lugar	Cerro Los Picachos (Icalupe)
Litología	Riolita Ignimbrítica
Textura	Porfírica con matriz hipohialina
Composición mineralógica	Plagioclasas 9%; Ortoclasa 21%; Vidrio 52%; Cuarzo 8%; Biotitas 4%; Opacos 6%
Índice de Color	5
Campo	3 a
Caracterización	Color rosado a violeta claro, porfírica y fluidal. Fenocristales de plagioclasas y biotitas bien desarrollados. Cuarzo: Muy estable, ligeramente interrumpidos por pequeñas fracturas. Matriz parcialmente alterada formada de microlitos de plagioclasas.

Código de campo	SM – 16
Código de laboratorio	030070
Coordenadas UTM	537676 E 1503982 N
Lugar	
Litología	*Esquisto micáceo
Textura	Granoblástica
Composición mineralógica	Cuarzo 40%; Muscovita 45%; Opacos 2%; amorfos 13%; Horblendas
Caracterización	Color gris verdoso. Granoblástico esquistosa de grano fino. Presenta alternancia bandeada de lentes de cuarzo al mismo tiempo complementos de Muscovita tipo sericitas, minerales amorfos y opacos. Horblenda alterada en parte en óxidos de hierro.

* Según observación macroscópica y microscópica

Código de campo	SM – 17
Código de laboratorio	030071
Coordenadas UTM	537498 E 1503257 N
Lugar	Cerro Guansapo (Ladera Este)
Litología	Riodacita (Toba)
Textura	Porfírica, hipohialina
Composición mineralógica	Plagioclasas 5%; Ortoclasa 8%; Vidrio 70%; Cuarzo 12%; Biotitas 2%; Anfíboles 2%; Opacos 1%
Índice de Color	5
Campo	3 b
Caracterización	Color rosado claro, porfírica. Fenocristales de plagioclasas parcialmente alterados y biotitas. Cuarzo: anhedros. Matriz totalmente alterada.

Código de campo	SM – 24
Código de laboratorio	030072
Coordenadas UTM	547698 E 1492733 N
Lugar	Km 214 Las Delicias
Litología	Dacita (Toba)
Textura	Porfírica, hipocristalina
Composición mineralógica	Plagioclasas 28%; Ortoclasa 7%; Clinopiroxeno 8%; Ortopiroxeno 9%; Vidrio 8%; Cuarzo 23%; Biotitas 4%; Opacos 12%; Máficos
Índice de Color	
Campo	4
Caracterización	Color blanco a rosado, débilmente fluidal. Grano medio a fino. Fenocristales o trozos de fenocristales de plagioclasas (con zonación convoluta), cuarzo.